

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**“APLICACIÓN DE COBERTURAS VIVAS EN LA RECUPERACIÓN DE  
SUELOS BAJO SISTEMAS AGROFORESTALES DEL CIPTALD –  
TULUMAYO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES MENCIÓN CONSERVACION DE SUELOS Y  
AGUA**

**Presentado por:**

**HELLEN MARISOL RAZURI GARIBAY**

**2014**

## DEDICATORIA

A Dios por la fortaleza de siempre, permitiéndome llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más.

A mis queridos padres Arnaldo Rázuri Sánchez y Marisol Garibay Alvarado por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, por el valor mostrado para salir adelante, pero más que nada, por su amor.

A mi hermana Andrea Celeste Rázuri Garibay, porque siempre he contado con ella, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y la amistad.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme la oportunidad de realizar los estudios de Pre Grado.

Al Ing. MSc. Vicente Serapio Pocomucha Poma, por el asesoramiento en el estudio experimental de este trabajo.

A los jurados evaluadores del presente trabajo de investigación

A los profesores de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por sus orientaciones académicas.

Al Centro de Investigación y Producción Tulumayo – Anexo la Divisoria (CIPTALD), por facilitarme el terreno para la realización del experimento.

A mis compañeros de estudios, que han compartido en todo momento las clases.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Ulises Rivas Torres, Cintia Trelles Fernández, Yurana Herrera Flores y Tatiana Arévalo Gómez con cariño y gratitud.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Degradación de suelo .....	4
2.1.1. Pérdida de nutrientes .....	4
2.1.2. Modificación de las propiedades físico-químicas.....	5
2.1.3. Deterioro del estado estructural del suelo .....	5
2.1.4. Disminución de la capacidad de retención de agua en el perfil.....	5
2.1.5. Pérdida de los componentes físicos del suelo .....	6
2.1.6. Incremento de la toxicidad .....	6
2.2. Las coberturas vivas .....	6
2.2.1. Beneficios de los cultivos de cobertura .....	12
2.2.2. Desventajas .....	19
2.3. <i>Arachis pintoi</i> L. “Mani forrajero” .....	20
2.3.1. Taxonomía de la especie .....	20
2.4. <i>Centrocema macrocarpum</i> . “Centrocema” .....	24
2.5. <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb) Benth “kudzú” .....	27
2.5.2. Características agronómicas .....	27
2.5.3. Usos potenciales y requerimientos de suelos.....	29
2.5.4. Sistema de siembra .....	29
2.5.5. Productividad, calidad, suelo y animal.....	29

2.5.6.	Manejo de cobertura .....	30
2.6.	<i>Cynodon dactylon</i> "Pasto chino" .....	30
2.6.1.	Características agronómicas .....	30
2.6.2.	Taxonomía de la especie .....	31
2.6.3.	Usos.....	31
III.	MATERIALES Y METODOS.....	33
3.1.	Características generales.....	33
3.1.1.	Ubicación .....	33
3.1.2.	Clima y zonas de vida .....	35
3.1.3.	Datos meteorológicos.....	35
3.1.4.	Análisis de suelos .....	36
3.2.	Materiales y equipos .....	36
3.2.1.	Instrumentos de campo y gabinete .....	36
3.2.2.	Equipos y herramientas.....	37
3.3.	Metodología .....	37
3.3.1.	Fase de pre-campo .....	38
3.3.2.	Fase de campo .....	38
3.3.3.	Fase de gabinete .....	38
3.4.	Diseño experimental.....	39
3.4.1.	Características del campo experimental.....	39
3.4.2.	Croquis del campo experimental .....	40
3.4.3.	Variables en estudio.....	41
IV.	RESULTADOS .....	42
4.1.	Porcentaje de cobertura .....	42

4.2. Velocidad de crecimiento.....	45
4.3. Materia seca.....	49
4.4. Efecto de coberturas .....	52
4.4.1. Textura del Suelo.....	52
4.4.2. Contenido de materia orgánica y pH.....	54
4.4.3. Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio .....	56
4.4.4. Contenido de calcio, magnesio y aluminio.....	60
4.4.5. Propiedades biológicas del suelo .....	63
V. DISCUSION .....	64
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES.....	73
VIII. ABSTRACT .....	74
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	76
X. ANEXO.....	81

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Datos climatológicos generales durante el trabajo experimental. ....	36
2. Análisis de varianza por efecto de cobertura en porcentaje (%) a los 30, 90, 180 y 270 días. ....	42
3. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el porcentaje de cobertura, en promedio a los 30, 90, 180 y 270 días .....	43
4. Análisis de varianza para la velocidad de crecimiento a los 30 90, 180 y 270 días.....	46
5. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para la variable velocidad de crecimiento a los 30, 90, 180 y 270 días .....	47
6. Análisis de varianza para la materia seca a los 30 90, 180 y 270 días .....	49
7. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para la materia seca a los 30, 90, 180 y 270 días. ....	50
8. Análisis de varianza para el contenido de arena limo y arcilla por cobertura .....	53
9. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el contenido de arena limo y arcilla por cobertura .....	54
10. Análisis de varianza por las características de materia orgánica y pH. ....	55
11. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para materia orgánica y pH por cobertura.....	56
12. Análisis de varianza por las características de nitrógeno, fosforo y potasio.....	57

13. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para nitrógeno, fósforo y potasio por cobertura del suelo.....	58
14. Análisis de varianza por las características de calcio, magnesio y aluminio.....	61
15. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para calcio, magnesio y aluminio por cobertura.....	62
16. Análisis inicial de las propiedades físico químico de suelo, de las parcelas experimentales.....	82
17. Análisis final de las propiedades físico químico de suelo, de las parcelas experimentales.....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Mapa de ubicación de la zona de trabajo .....	34
2. Croquis del campo experimental.....	40
3. Comparación de promedios para el indicador de porcentaje de cobertura vegetal a los 30, 90, 180 y 270 días.....	44
4. Comportamiento de promedios para el variable porcentaje de cobertura durante toda la ejecución del experimento.....	45
5. Comparación de promedios para la velocidad crecimiento, por cobertura vegetal a los 30, 90, 180 y 270 días.....	47
6. Comportamiento de promedios para la variable velocidad de crecimiento, durante toda la ejecución del experimento.....	48
7. Comparación de promedios para la materia seca por cobertura vegetal a los 30, 90, 180 y 270 días. ....	51
8. Comportamiento de promedios para la materia seca durante toda la ejecución del experimento. ....	52
9. Contenido promedio de arena, limo y arcilla por cobertura y testigo. ....	54
10. Contenido promedio de materia orgánica y pH por cobertura y testigo. ....	56
11. Contenido promedio de nitrógeno por cobertura y testigo. ....	58
12. Contenido promedio de fosforo por cobertura y testigo en el suelo. ....	59
13. Contenido promedio de potasio por cobertura en el suelo. ....	60
14. Contenido promedio de calcio, magnesio y aluminio por cobertura y testigo en el suelo.....	62
15. Siembra de las coberturas en el campo experimental .....	84

16. Germinación de las semillas de las coberturas en el campo experimental.....	84
17. Cobertura (T1) “Maní forrajero” .....	85
18. Cobertura (T2) “Centrocema” .....	85
19. Cobertura (T3) “Kudzu” .....	86
20. Cobertura (T4) “Pasto chino” .....	86
21. Evaluación de la cobertura (T1) “Maní forrajero” .....	87
22. Evaluación de la cobertura (T2) “Centrocema” .....	87

## RESUMEN

El presente estudio contempla la evaluación de coberturas vivas en la recuperación de suelos, realizado durante los meses enero - setiembre de 2011, en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, localizado, en el distrito José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco: cuyo objetivo fue evaluar el efecto de cuatro coberturas vivas en la recuperación de suelos, bajo la instalación de sistemas agroforestales del genero Heliconia – CIPTALD – Tulumayo. Se empleó el diseño de bloques completamente al azar con 3 repeticiones, siendo los tratamientos el *Arachis pintoii* L. (T1), *Centrocema macrocarpum* (T2), *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth (T3), *Graminia sp.*(T4) y un tratamiento testigo (To) sin cobertura. Se evaluaron las variables cobertura, velocidad de crecimiento, materia seca y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Respecto al porcentaje de coberturas, la *Graminia sp.*, *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth y el *Arachis pintoii* L., mostraron mejor comportamiento con promedios de 95.67%, 94.33% y 93.33%, comparado al *Centrocema macrocarpum* que presentó 75.23% de cobertura. Para la velocidad de crecimiento y materia seca la cobertura *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth, presentó mejor comportamiento comparado a las otras coberturas evaluadas. En tal sentido, las coberturas vivas utilizadas, presentaron incrementos significativos respecto a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; incrementándose en promedios: el contenido

de las partículas de arena, limo y arcilla; pH de extremadamente ácido pasó a fuertemente ácido, materia orgánica de medio pasó a alto o rico, nitrógeno de medio pasó a alto, fósforo se mantuvo inmerso al rango de bajo; potasio de muy bajo pasó a normal, calcio y magnesio de bajo paso a medio; comparado al aluminio e hidrogeno quienes mostraron una disminución pasando de bajo a pobre. Finalmente, las coberturas vivas aportan beneficios para el crecimiento de las heliconias.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los abonos verdes y los cultivos de cobertura han demostrado ser una tecnología exitosa, para mantener la fertilidad del suelo y controlar las malezas. Las numerosas ventajas de éstos cultivos han hecho que sean adoptados en muchas partes del mundo (BUNCH, 2004).

La utilización de las especies de la familia Leguminosae como abonos verdes y coberturas, constituyen una de las diferentes prácticas de manejo de suelos que pueden ser usadas para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de suelos tropicales en proceso de degradación, permitiendo el mantenimiento o conservación de los niveles de materia orgánica y nutrientes (FASSBENDER, 1993).

Los cultivos de cobertura, son componentes importantes de un sistema de producción sustentable. Pueden ser usados en plantaciones como cacao, café plátano, caucho, palma aceitera, etc. Su uso en los sistemas de producción es principalmente beneficioso para el suelo, la conservación del agua, reciclaje de nutrientes, control de plagas ayudando a mejorar la actividad microbiológica. Sin embargo, los efectos benéficos dependen de la selección apropiada del cultivo de cobertura y su manejo (BALIGAR Y FAGERIA, 2007).

En un trabajo sobre la dinámica de las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo realizados en Tingo María, concluyen que el empleo de coberturas vivas, permiten recuperar las propiedades físicas químicas y biológicas (VARGAS *et al.*, 2003).

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación, constituye un análisis del efecto de coberturas vivas en la recuperación de suelos bajo sistemas agroforestales de género heliconia de CIPTALD-Tulumayo; para lo cual se planteó la siguiente hipótesis:

- Las coberturas vivas presentan un efecto positivo en las características físicas, químicas y biológicas del suelo bajo sistemas agroforestales del género Heliconia.

Para demostrar la hipótesis planteamos los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

- Evaluar el efecto de coberturas vivas en la recuperación de suelos, bajo sistemas agroforestales del género Heliconia – CIPTALD – Tulumayo utilizando *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth, *Centrocema macrocarpum* y *Arachis pintoi* L. y *Graminia sp.* en la recuperación de suelos bajo sistemas agroforestales.

**Objetivo específicos**

- Evaluar el porcentaje, contenido de materia seca y la velocidad de cobertura de la *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth, *Centrocema macrocarpum* y *Arachis pintoii* L. y *Graminia* sp.
- Determinar el efecto de coberturas vivas, en las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Degradación de suelo**

La degradación comienza generalmente como consecuencia de la eliminación de la cubierta vegetal, como una acción de origen antrópico. Una vez iniciada, hay diversos procesos que intervienen con posterioridad: erosión, salinización, contaminación, degradación física, degradación química y degradación biológica. El que actúe uno u otro y la intensidad relativa de cada uno, depende de los factores ambientales. De forma análoga a lo que ocurre durante su formación. La degradación de los suelos es, en su más amplio sentido, uno de los principales problemas con que se enfrenta el mundo en este momento (SANCHEZ, 1992).

#### **2.1.1. Pérdida de nutrientes**

Nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio y micro elementos. Puede ser de manera directa, al ser eliminados por las aguas que se infiltran en el suelo o bien por erosión a través de las aguas de escorrentía, o de una forma indirecta por erosión de los materiales que los contienen o que podrían fijarlos (SANCHEZ, 1992).

### **2.1.2. Modificación de las propiedades físico-químicas**

La acidificación, desbasificación y bloqueo de los micro elementos que quedan en posición no disponible; son procesos de salinización y alcalinización, propios de las zonas áridas y semiáridas (SANCHEZ, 1992).

### **2.1.3. Deterioro del estado estructural del suelo**

La compactación del suelo produce una disminución de la porosidad, que origina una reducción del drenaje y una pérdida de la estabilidad. Como consecuencia se produce un encostramiento superficial y por lo tanto aumenta la escorrentía (SANCHEZ, 1992).

### **2.1.4. Disminución de la capacidad de retención de agua en el perfil**

La capacidad del suelo para retener el agua en contra de la fuerza de la gravedad permite que las plantas sobrevivan. Como los suelos pueden contener un poco de agua relativamente estable, las raíces están en contacto constante con ella. Si no fuera por esto, el agua se drenaría rápidamente a través del suelo. Hay varias características del suelo que definen su capacidad para retener el agua. Estos factores pueden ser identificados individualmente. Sin embargo, también deben considerarse en conjunto para tener una idea de la capacidad total de retención de agua del suelo (SANCHEZ, 1992).

### **2.1.5. Pérdida de los componentes físicos del suelo**

Sucedo debido a la erosión selectiva parcial de los constituyentes más lábiles, como la fracción limo, o masiva pérdida de la capa superficial del suelo, o en los casos extremos de la totalidad del perfil (SANCHEZ, 1992).

### **2.1.6. Incremento de la toxicidad**

Modifica las propiedades del suelo produciendo una liberación de elementos y sustancias nocivas al crecimiento vegetal. Las condiciones agroclimáticas predominantes en las zona de bajas precipitaciones y alta evapotranspiración, los procesos de degradación de tierras se hacen más intensos y en muchos casos son acelerados por la introducción de sistemas de riego localizado, de alta frecuencia, que mantienen la solución edáfica diluida, permitiendo así obtener altas producciones aunque sin eliminar las sales o el sodio del suelo y llevando así a una salinización oculta a mediano o largo plazo (SANCHEZ, 1992).

## **2.2. Las coberturas vivas**

Los términos "cultivos de cobertura" y "abono verde" se han usado en el pasado como sinónimos; sin embargo, los cultivos de cobertura están caracterizados por sus funciones más amplias y multi-propósitos, los cuales incluyen la supresión de malezas, conservación de suelo y agua, control de plagas y enfermedades, alimentación humana y para el ganado. Los cultivos de cobertura no son una tecnología nueva (CALEGARI, 1992).

Los cultivos de cobertura, son claves para una exitosa inclusión en los sistemas agrícolas por presentar un rápido crecimiento, ser de fácil multiplicación, fáciles de controlar, presentar un excelente desarrollo de raíces y servir como mulch vivo, dentro de sus funciones están las de cubrir el suelo durante todo o parte del año, previniendo la erosión, controlar las malezas a través de la sombra o alelopatía, reducir la evaporación durante el ciclo del cultivo principal, eliminar las variaciones de la temperatura del suelo, facilitar la infiltración del agua, mejorar la nutrición del cultivo incrementando la actividad biológica y la movilización de nutrientes de profundidades mayores y adicionar nitrógeno al sistema por su relación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno (ALTIERI, 1999).

Los cultivos de cobertura, permiten eliminar o reducir la remoción mecánica del suelo, presentándose como una alternativa para recuperar suelos de áreas tropicales húmedas que se encuentran sometidas a altas temperaturas, a un exceso de lluvia y meteorización, lo que resulta en una acidificación constante y baja fertilidad (GLIESSMAN, 2002).

El valor del cultivo de cobertura para mantener la fertilidad del suelo en los diversos sistemas agrícolas depende de la producción razonable de materia seca y su concentración de nutrientes (ALTIERI, 1999).

Una buena planta para cultivo de cobertura, mantiene o mejora las condiciones del suelo al mismo tiempo que satisface las necesidades de manejo y requerimientos del suelo de un sistema agrícola en particular. Para

asegurar el éxito del cultivo de cobertura en cualquier sistema agrícola, como primera opción se debe considerar las especies leguminosas bien adaptadas a las condiciones climáticas y de manejo (BALIGAR y FAGERIA, 2007).

Las especies más comúnmente empleadas como cultivos de cobertura o abonos verdes, son generalmente las leguminosas, pastos y algunos cultivos de la familia de las cucurbitáceas. Estas especies deben poder crecer en suelos de mala calidad, produciendo grandes volúmenes de biomasa verde en corto tiempo, necesitar poca agua y tener un denso sistema de raíces. (OCHOA Y OYARZUN, 2008).

Muchos estudios, han detallado las ventajas de las leguminosas como cultivos de cobertura para asegurar la productividad sostenible de las plantas, incremento de la materia orgánica del suelo, incremento de los rendimientos de los cultivos, mejora del régimen hídrico de los suelos y la disminución de la escorrentía y la erosión. Sin embargo los mecanismos responsables de estas modificaciones no están totalmente entendidos. La caracterización de la actividad biológica y la diversidad en un suelo puede ayudar a entender la dinámica de la estructura del suelo y el flujo de nutrientes, además de asegurar el contenido de carbono y nitrógeno en el suelo (BLANCHART *et al.*, 2006).

El uso de las leguminosas, en el mejoramiento de la sustentabilidad agrícola es muy reconocido. Además este mismo autor menciona que los beneficios de las leguminosas son atribuidos a la adición de nitrógeno al

sistema, control de malezas y capacidad retentiva del agua en el suelo. (FAGERIA *et al.*, 2005).

Las leguminosas pueden ser usadas también para reducir la pérdida de carbono y nitrógeno en el sistema agrícola e incrementar el secuestro de carbono en el suelo. (DRINKWATER *et al.*, 1998).

Las funciones principales del uso de leguminosas como coberturas en un sistema de cultivo son la fijación simbiótica de nitrógeno, control de la erosión del suelo, control de plagas y supresión de malezas (ODHAIAMBO Y BOMKE, 2001).

Especies de coberturas podrían ser identificadas para producir satisfactoriamente biomasa aérea para cubrir la superficie del suelo y proporcionar otros beneficios para incrementar el rendimiento y el ingreso económico del cultivo (ODHAIAMBO Y BOMKE, 2001).

Las condiciones climáticas son determinantes para el crecimiento y desarrollo de los cultivos de cobertura. La radiación solar, temperatura y precipitación son los factores climáticos que más influyen en el crecimiento y desarrollo de las leguminosas tropicales (BALIGAR *et al.*, 2007).

Las leguminosas anuales típicamente son más sensibles a pequeños cambios en el fotoperiodo y temperatura. Una comprensión de la influencia foto térmica sobre la fenología de las coberturas anuales ayudaría

mucho a la selección de especies apropiadas para lograr mayor eficiencia en un sistema de plantación dado (BALIGAR *et al.*, 2007).

Las coberturas se han adaptado a un amplio rango de altitudes (100 a 2600 m) y a condiciones de precipitación de 300 a 500 mm. La precipitación en el trópico es variable en cantidad e incidencia. Aunado a ello, la acidez es el factor más degradante del suelo, aunque las coberturas crecen en un rango de pH 4.5 - 8.0, *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema macrocarpum*, *Arachis pintoi* L., *Vigna unguiculata*, *Desmodium heterocarpon*, *Sesbania sesban*, *Flemingia macrophylla*, pueden crecer en suelos ácidos infértiles y tener tolerancia a niveles tóxicos de aluminio (BALIGAR *et al.*, 2007).

Las coberturas vivas; en especial las leguminosas, son utilizadas debido a los diferentes beneficios que estas aportan al suelo. Entre los principales podemos mencionar: mejora 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 (CARDENAS Y CALEGARI, 1992).

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/año, 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 ambiente (CARDENAS, 1992).

Las leguminosas, son utilizadas debido a los diferentes beneficios que estas aportan al suelo, entre ellos aumentar la materia orgánica (CARDENAS, 1992).

La materia orgánica (M.O.) aumenta la capacidad de intercambio catiónico y la resistencia a los cambios de pH de los suelos (BERNAL, 1991 Y CALEGARI, 1992).

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 translocación de nutrientes, haciendo más resistente a las sequías; las plantas absorben los nutrientes a lo largo de todo el ciclo vegetativo (CARDENAS, 1992).

Las coberturas vivas (*Centrosoma macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth y *Arachis pintoi* L.) son muy útiles para la recuperación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, en un

tiempo considerable y que las leguminosas establecidas luego de tres años, la textura del suelo ha cambiado de pesada a media, el pH de fuertemente ácido paso medianamente ácido, la materia orgánica ha disminuido (*Arachis pintoii* L., aportó menor cantidad, similar al testigo). El fósforo pasó de bajo a normal y el potasio de bajo a medio. La leguminosa establecida alcanzó un contenido de materia seca 0.49 t/ha/año y de cobertura 75.60% (VARGAS, 1989).

### **2.2.1. Beneficios de los cultivos de cobertura**

#### **– Control de la erosión del suelo**

Suelos empinados, sin protección de cobertura vegetativa, conlleva la pérdida del suelo por escorrentía. La erosión del suelo ha contribuido al deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y reduce la productividad de este. En la Amazonía los bosques son talados y quemados con la finalidad de sembrar cultivos anuales y perennes, práctica que expone al suelo a su pérdida gradual por erosión (BALIGAR *et al.*, 2007).

Los efectos de los cultivos de cobertura en el control de la erosión del suelo como: los cultivos de cobertura protegen la superficie del suelo del impacto de las gotas de lluvia. Un cultivo de cobertura que crece rápidamente, establece una buena densidad radicular y produce gran cantidad de biomasa (residuos vegetales) tiene una gran ventaja en controlar la erosión del suelo. La reducción de la densidad aparente del suelo y perdida por erosión ha sido reportada en mucuna, establecido como cultivo de relevo. La información aún

es carente sobre los beneficios de varios cultivos de cobertura para reducir la erosión del suelo (SHANKS *et al.*, 1998).

– **Mejoramiento de las características físicas del suelo y capacidad retentiva de humedad**

Las propiedades físicas del suelo, son importantes para describir la salud del suelo. La actividad biológica del suelo está en función de las propiedades físicas (porosidad, capacidad retentiva de agua y estructura). Los cultivos de cobertura mejoran significativamente la calidad del suelo a través del secuestro de carbono, además incrementan el contenido de materia orgánica en el suelo mejorando sus propiedades físicas. La materia orgánica estimula la formación y estabilización de los agregados del suelo incrementando la infiltración, la capacidad retentiva del agua, aireación y reduciendo la densidad aparente y la resistencia a la penetración radicular (FAGERIA *et al.*, 2005).

La formación de agregados en el suelo engloba reacciones químicas complejas, interacciones físicas y actividades bióticas. Los polisacáridos producidos por las raíces y microorganismos incrementan la formación y estabilización de agregados (DICK *et al.*, 2001).

Los residuos de cultivos presentes en la superficie del suelo conservan la humedad del suelo e incrementan la infiltración y reducen la pérdida de humedad por evaporación. En Ghana, plantaciones agrícolas retuvieron significativamente la humedad del suelo y disminuyeron la

temperatura del suelo. Incrementar la producción de biomasa en mucuna fue directamente relacionada al aumento de la porosidad y rangos de infiltración disminuyendo la resistencia del suelo (BALIGAR *et al.*, 2007).

La temperatura del suelo interviene en la descomposición de la materia orgánica, actividad biológica, crecimiento y nutrición de los cultivos; y durante el crecimiento de las coberturas fue determinada en campos experimentales en Perú y Brasil. En Perú, suelos sin cobertura vegetal fueron de 1°C a 4°C más cálidos que suelos con cobertura, *Centrocema* fue la cobertura que mantuvo la menor temperatura del suelo, mientras que en Brasil fue *Canavalia*. En otro ensayo conducido en *Ilheus* (Bahia, Brasil), *Arachis*, *Canavalia* y *Desmodium* fueron establecidos en una plantación rehabilitada de cacao y los parámetros físicos fueron determinados al inicio y después de un año de sembradas las coberturas. En el primer año, la densidad aparente, porosidad total y diámetro promedio de agregados disminuyeron, demostrando que en las regiones tropicales el uso de coberturas han mejorado las propiedades físicas del suelo. Sin embargo, información de las mejoras en las propiedades físicas del suelo bajo plantaciones agrícolas con leguminosas tropicales es insuficiente (BALIGAR *et al.*, 2007).

#### – Incremento del contenido de materia orgánica en el suelo

El potencial de producción continua de los suelos está directamente relacionado con su contenido de materia orgánica. La hojarasca, residuos vegetales y descomposición de las raíces de las coberturas

contribuyen a incrementar el contenido de materia orgánica. La producción de materia seca por los cultivos de cobertura varía de 3 a 20 t. La materia orgánica tiene mayor impacto sobre las propiedades químicas del suelo como es el pH, capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nutrientes. Las coberturas, maní forrajero y kudzu establecidos en un Ultisol en Brasil, no cambiaron el contenido total de C orgánico en el suelo, pero si promovieron la acumulación de ácidos húmicos en los primeros 10 cm de la superficie del suelo. La tasa de descomposición de los residuos vegetales y la persistencia de la materia orgánica en el suelo está muy influenciada por las condiciones de humedad y temperatura, y la actividad de microorganismos y fauna del suelo. El rol exacto de los cultivos de cobertura en la dinámica de la materia orgánica en plantaciones agrícolas aún no está muy claro (BALIGAR *et al.*, 2007).

#### – Incremento de nitrógeno y fertilidad del suelo

Los cultivos de cobertura, influyen la fertilidad del suelo alterando la composición de la materia orgánica, mejorando la agregación y porosidad del suelo y la fijación del nitrógeno. Las leguminosas fijan el N atmosférico, siendo el beneficio primario más común que se observa en éstas especies, la cantidad de N fijado varía de 50 a 450 kg/ha<sup>-1</sup> y está en función del potencial genético de la especie, la cantidad de N disponible en el suelo y la afinidad con la bacteria *Rhizobium*, este proceso también está influenciado por factores del suelo como el pH, contenido de humedad y temperatura. En condiciones de trópico, la sequía, altas temperaturas, alta concentración de Al<sup>+3</sup> intercambiable, acidez del suelo y baja

fertilidad son los factores principales que impiden la fijación de N. La descomposición de los residuos vegetales también proporciona otros nutrientes esenciales al cacao, estos nutrientes varían de acuerdo a la cantidad de materia seca acumulada por los cultivos de cobertura y la concentración de éstos elementos en sus tejidos (BALIGAR *et al.*, 2007).

Otra característica conocida de los cultivos de cobertura es mejorar la disponibilidad de suelos ácidos convirtiendo el P no disponible a formas disponibles. La descomposición de P orgánico en los residuos vegetales podría ser una fuente relativa de P haciéndolo más disponible para las plantaciones agrícolas. En suelos donde hay mayor fijación de P, los compuestos orgánicos formados durante el proceso de descomposición puede incrementar la disponibilidad de P. Suelos con cultivos de cobertura contienen mayor concentración de nutrientes. En Tarapoto, Perú dos años después de sembrado los cultivos de cobertura, el pH, porcentaje de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y el porcentaje de saturación de bases se incrementó significativamente (BALIGAR *et al.*, 2007).

#### – **Incremento de la actividad biológica del suelo**

La comunidad de organismos (fauna y microorganismos) en el suelo juegan un rol crucial en mantener la calidad y fertilidad del suelo, debido a su participación en el ciclo de nutrientes a través de la descomposición de la materia orgánica, mejorando los procesos físicos del suelo y almacenamiento de nutrientes (TIAN Y BADEJO, 2001).

Las propiedades biológicas del suelo incluyen la cantidad, actividad y diversidad de la fauna del suelo, micro flora y enzimas. Estos componentes regulan los procesos microbiológicos y bioquímicos del suelo, los ciclos de carbono y de los nutrientes, la degradación de contaminantes orgánicos e inorgánicos que afectan las propiedades físicas y químicas del suelo, influenciando la dirección del cambio de la calidad del suelo (TIAN Y BADEJO, 2001).

La comunidad microbiana del suelo es un factor importante de su calidad y recientemente parámetros de diversidad microbiana han sido identificados como importantes indicadores de la calidad del suelo y pueden ser medidos por diferentes técnicas fisiológicas, bioquímicas y moleculares (TIAN Y BADEJO, 2001).

Es importante conocer las variaciones de las poblaciones microbianas en el suelo sobre todo cuando se tiene tanta variabilidad como son los suelos del trópico y también con respecto a los diferentes manejos que se dan a éstos suelos (TIAN Y BADEJO, 2001).

#### **– Supresión de malezas**

El manejo y control de malezas en las fincas agrícolas es un aspecto importante para la productividad de los cultivos, ayuda a mantenerlos limpios de hierbas indeseables que perjudiquen su buen desarrollo. La decisión de controlar malezas o no depende del estado de la maleza y la época. En la época lluviosa, las malezas desarrollan más, en términos de altura total y

cobertura del suelo, debido a la mayor humedad presente en el suelo, por lo que es necesario manejarlas para garantizar la producción del cultivo (LÓPEZ, 2007).

El método de control de malezas depende de la disponibilidad de la mano de obra, capital y tiempo, del estado de las malezas y la época del año. Generalmente, los agricultores en la época seca tienen mayor disponibilidad de mano de obra y la aprovechan para realizar cortes manuales; en contraste, en la época lluviosa, cuando tienen mayor trabajo, recurren al control químico por su rapidez y menor frecuencia de aplicación. Otro elemento que toman en cuenta los agricultores es la disponibilidad de capital para la compra de herbicidas. El control químico se emplea en caso de tener capital y limitación de tiempo (LÓPEZ, 2007).

Los cultivos de cobertura sembrados después del rozo y tumba pueden suprimir el crecimiento de malezas debido al sombreado y competencia por nutrientes y agua. Se reporta también que las coberturas tienen efectos alelopáticos al exudar compuestos tóxicos que impiden la germinación de las semillas. Además los residuos vegetales crean una barrera mecánica que impide el crecimiento de malezas (BALIGAR *et al.*, 2007).

La cobertura ayuda a incrementar la productividad, a disminuir el periodo de cultivo; a incrementar la fertilidad del suelo; reducir la competencia de malezas; incrementar filtración de agua; producción de alimentos para animales, producción para la alimentación humana. (VELA *et al.*, 1992).

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 reduciendo la inundación y sedimentación (VELA *et al.*, 1992).

KERRIDGE (1995) menciona que las semillas deben ser fáciles de conseguir, cosechar, guardar, reproducir y conservar al menos por un año, de bajo costo si es necesario comprarlas, de fácil adaptación a las condiciones de la región. Por lo que, los cultivos cubren el suelo completamente y controlan la vegetación, poseen la capacidad de producir gran cantidad de biomasa, tienen fuerte sistema radicular, que penetran a capas profundas, fáciles de sembrar y de manejar como cultivos solos o asociados, dejan de crecer cuando baja la humedad del suelo, pero capaces de sobrevivir en la estación seca ofrecen muchos beneficios, como alimenticio, forrajes o leña, permiten la rotación con otros cultivos.

### **2.2.2. Desventajas**

Los agricultores reclaman que los cultivos de cobertura atraen plagas como ratas y serpientes venenosas y que algunos cultivos de cobertura perennes se secan en la época seca, constituyéndose en un riesgo para incendios. Así mismo, los cultivos de cobertura deberían incrementar la infiltración de la lluvia al disminuir la velocidad del escurrimiento superficial, los agricultores sostienen que pueden causar deslizamientos de la tierra si la precipitación es intensa en terrenos de alta pendiente (CARDENAS, 1992).

Los cultivos de cobertura ocupan en parte o todo el año, tierra que podría ser utilizada para otros propósitos así como por ejemplo, cultivos o producción ganadera. Ciertas especies podrían tener un efecto alelopático en el cultivo siguiente, por ejemplo, la inhibición del crecimiento radicular de plántones de algodón por volátiles de la rizósfera producidos por cultivos de cobertura invernales (KERRIDGE, 1995).

Cultivos de cobertura no-leguminosas, que son incorporados como un abono verde, podrían tener suficientemente altas proporciones de carbono, nitrógeno como para reducir la absorción de nitrógeno por el cultivo siguiente. Existen pocas coberturas que combinan buenas características de cobertura a la par que son un producto para la alimentación humana. En terrenos poco fértiles o degradados suelen tener un efecto retardado en la mejora de las condiciones productivas (ANDERSON *et al.*, 1997).

### **2.3. *Arachis pintoi* L. “Mani forrajero”**

#### **2.3.1. Taxonomía de la especie**

MARULANDA (2002), lo clasifica de la siguiente forma:

División	:	MAGNOLIOPHYTA
Clase	:	MAGNOLIOPSIDA
Orden	:	Fabales
Familia	:	FABACEAE
Género	:	<i>Arachis</i>
Nombre común	:	Maní forrajero

### **2.3.2. Descripción**

VELA *et al.* (1992), menciona que es una especie de planta forrajera que se ha adaptado muy bien en suelos pobres, otorgando mayor fertilidad a los mismos por sus propiedades de retener nitrógeno en los nódulos de sus raíces. El *Arachis pintoii* L. presenta hábito de crecimiento estolonífero y buena adaptación a las tierras bajas del trópico húmedo, ha mostrado gran potencial como pastoreo directo y como cultivo de cobertura en diversos sistemas de explotación agrícola. Actualmente se ha evaluado en asociaciones con especies del género *Brachiaria* sp., *Paspalum* sp. y como cultivo de cobertura en café, banano, palma de aceite, cítricos, y palmitos. Por lo que es una especie relativamente novedosa tanto para investigadores como agricultores. La experiencia se confina principalmente en Australia, Bolivia, Brasil, Colombia y Costa Rica.

### **2.3.3. Condiciones de adaptación y desarrollo de coberturas**

El *Arachis pintoii* L., se adapta bien en regiones tropicales con alturas de 0 a 1800 msnm. Se desarrolla adecuadamente en diversos tipos de suelos, desde los oxisoles, ácidos y pobres en nutrientes, hasta aquellos encontrados en la zona cafetera de mejor fertilidad. En los Llanos Orientales (Colombia) su establecimiento ha sido bueno en suelos franco arcillosos con contenidos de materia orgánica superiores al 3%. Los elementos minerales que más influyen en el buen desarrollo de la planta son el calcio, el magnesio y la materia orgánica. Tolera la sombra moderada, por lo cual puede usarse como

cobertura de suelo en cultivos de café, palma africana, cítricos, etc. (VELA *et al.*, 1992).

*Arachis pintoi* L., es una planta que produce abundantes estolones y genera nuevas plantas en los nudos, lo cual favorece una cobertura rápida del suelo. La capacidad que tiene de competir con gramíneas agresivas se puede explicar en parte por su tolerancia a la sombra, esta cualidad le permite tener usos alternativos como cobertura del suelo y mejoramiento del mismo (VELA *et al.*, 1992).

Las coberturas del suelo constituyen un método efectivo para reducir la pérdida de la valiosa capa arable, la subsiguiente degradación de la fertilidad y estructura del suelo y disminución de la productividad de las plantaciones. Dos factores importantes hacen que el maní forrajero sea idóneo como cultivo de cobertura y para ayudar a conservar el suelo, su capacidad de crecer en condiciones de sombra y la densa formación de estolones enraizados que protege el suelo de la precipitación de gran intensidad (VELA *et al.*, 1992).

Pocos estudios tratan la competencia por nutrientes de maní forrajero como cultivo de cobertura, durante el establecimiento de una plantación permanente. Se requiere de estudios adicionales en esta área. Es probable que las prácticas de utilizar maní forrajero como cobertura del suelo, como abono verde y como planta que ayuda en la conservación del suelo se tornen más importantes con el transcurrir del tiempo (VELA *et al.*, 1992).

*Arachis pintoii* L., es una especie que resiste bien la sombra y es relativamente tolerante al déficit hídrico. Se adapta bien a suelos ácidos con alta saturación de hierro, aluminio y de mediana fertilidad. Se desarrolla bien a altitudes de 1400 msnm, suelos con pH de 4.5 a 7.2, son óptimos para esta especie, crece bien en zonas donde la precipitación varía entre 1000 mm a 2000 mm y rangos de temperatura de 20 a 22 °C. Puede usarse como cultivo de cobertura, evitando erosión dentro de cultivos perennes (FISHER Y CRUZ, 1995).

*Arachis pintoii* L., presenta floración indeterminada y continua, las inflorescencias son axilares y en espigas. La semilla se produce en los clavos que tienen de uno a veintisiete centímetros de longitud y penetran el suelo oblicuamente, la mayoría hasta una profundidad menor de siete centímetros, generalmente se produce una sola vaina con una semilla.

Aproximadamente el noventa por ciento de las semillas de *Arachis pintoii* L., se encuentran en los primeros diez centímetros del perfil del suelo, independientemente de la textura, la edad del cultivo y el rendimiento de semillas. Los mejores rendimientos de semilla se obtienen cuando el cultivo se establece por semillas. Los rendimientos son menores cuando se utiliza material vegetativo (FERGUSON, 1995).

#### **2.3.4. Como mejorador del suelo**

El retorno de nutrientes al suelo vía hojarasca producida por la planta, es generalmente de mayor importancia cuantitativa que la que retorna

del animal vía excretas, para el reciclaje de nutrientes en pasturas tropicales. El balance entre estos dos procesos de reciclaje determina si el suelo gana o pierde materias orgánicas y nutrientes.

## **2.4. *Centrocema macrocarpum*. “Centrocema”**

### **2.4.1. Taxonomía de la especie**

MARULANDA (2002), lo clasifica de la siguiente forma:

División	:	MAGNOLIOPHYTA
Clase	:	MAGNOLIOPSIDA
Orden	:	Fabales
Familia	:	FABACEAE
Género	:	Centrocema
Nombre común	:	Centrosema

### **2.4.2. Descripción**

Es una especie que se reporta como originaria de América Central y del Sur. Se encuentra distribuida en los trópicos húmedos. Se utiliza como cultivo de cobertura en plantaciones de caucho, palma aceitera y también como forraje (PUERTAS, 2009); y son plantas enredaderas, trepadoras, generalmente muy vigorosas, el hábitat preferido de *Centrocema macrocarpum*, son matorrales y bordes de bosques donde encuentra el soporte necesario para enredarse (SCHULTZE, 1991).

El *Centrosema macrocarpum*; 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. La producción de materia seca alcanza los 3 t/ha al año con contenidos de proteína hasta del 25%. Cuando se asocia con gramíneas forrajeras se obtienen ganancias de peso de 225 kg/ha/año (AREVALO Y SONCCO, 2002).

PUERTAS (2009) menciona que esta especie crece en el trópico húmedo hasta los 1650 m de altitud, con una precipitación anual que varía desde 1000 a 2000 mm, para su óptimo crecimiento requiere rasgos de temperatura que oscilan entre 20 a 30 grados centígrados, se desarrolla bien en un amplio rango de suelos que van desde franco arenosos a arcillosos, crece en suelos de mediana fertilidad, es tolerante a la acidez y alta saturación de aluminio, rangos de pH: 4.5 a 8.0, la fijación de nitrógeno atmosférico es adversamente afectado por toxicidad de Al y Mn. Aplicaciones de P y K en suelos con baja disponibilidad de éstos nutrientes puede mejorar el desarrollo y rendimiento de éste cultivo.

Es una leguminosa muy utilizada en diversos sistemas agrícolas, como cultivo de cobertura o como forraje, se ha utilizado con palma aceitera, en pijuayo, en asociaciones con otros pastos en Pucallpa, logrando buenos resultados en cada sistema que es utilizado, principalmente reduciendo la población de malezas en éstos sistemas y contribuyendo con el nitrógeno al suelo. Los sistemas con una cobertura permanente de *Centrosema*

*macrocarpum*, abastecen permanentemente de hojarasca y con ello una rápida disponibilidad de nutrientes y una fuerte defensa contra la erosión, sin embargo como biomasa total, comparados con los árboles son mucho menores pues no pasan de 6 t/ha.

Los niveles iniciales de P en el suelo fueron bajos, incrementándose significativamente en función a las dosis crecientes de P. Similar tendencia se observó en la concentración de P en los tejidos del Centrosema como en los tejidos de las plantas de pijuayo. Hubo una buena acumulación de P en la biomasa de Centrosema y reciclaje en el suelo. El establecimiento y producción de biomasa del Centrosema, se incrementó a los 150 días de sembrado para todos los tratamientos pero el desarrollo del Centrosema que recibió 20 Kg de P/ha cubrió el suelo más rápido y presentó la mayor producción de biomasa sobre la base de materia seca que los demás tratamientos.

Estos resultados resaltan que los cultivos de árboles perennes basados en sistemas de multiestratos como el cacao o huertos semilleros o plantaciones a campo abierto alcanzan del 17 al 27% del C secuestrado del bosque primario de 200 años comparado con solo 1% con los sistemas de coberturas o pastos. Los cultivos perennes y los sistemas de multiestratos como cacao o huertos son más económicos y atractivos para los agricultores.

### **2.4.3. Producción de materia seca**

Bajo cortes de cada seis semanas en un monocultivo se obtuvieron

rendimientos anuales de 23,400 kg de materia seca (materia seca/ha), más altos que otras leguminosas (AREVALO Y SONCCO, 2002).

La producción de materia seca alcanza los 3 t/ha al año con contenidos de proteína hasta del 25%. Cuando se asocia con gramíneas forrajeras se obtienen ganancias de peso de 225 kg/ha/año (AREVALO Y SONCCO, 2002). Así mismo, se señala que el *Centrosema macrocarpum*, incorporó al suelo aproximadamente 1,6 t/ha/año de materia seca (VARGAS *et al.*, 2003).

## **2.5. *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth “kudzú”**

### **2.5.1. Taxonomía de la especie**

MARULANDA (2002), lo clasifica de la siguiente forma:

División	:	MAGNOLIOPHYTA
Clase	:	MAGNOLIOPSIDA
Orden	:	Fabales
Familia	:	FABACEAE
Género	:	<i>Pueraria</i>
Nombre común	:	Kudzu

### **2.5.2. Características agronómicas**

WADE Y SANCHEZ (1983) mencionan que es una leguminosa rastrera de ciclo perenne. Presenta moderada tolerancia a sequías no muy

prolongadas y heladas leves. Soporta el sombreado y encharcamiento. Su desarrollo inicial es lento, llegando a establecerse bien después de un período de 40 días. Cuando tiene buenas condiciones para su desarrollo puede llegar a un 100 % de cobertura a los 140 - 150 días

El Kudzu es una enredadera leguminosa. La planta crece en forma agresiva y se extiende muy rápido por toda la parcela. En la Amazonía peruana el kudzu no solo fija nitrógeno, sino también aumenta el fósforo, potasio, magnesio y calcio en el suelo, por tanto la recuperación de la fertilidad del suelo en un barbecho con kudzu se hace en menos tiempo. La iniciativa de incorporar kudzu en los sistemas de barbechos fue idea de los agricultores. Los barbechos de kudzu son barbechos bajos o purmas bajos que es de menos de cinco metros, en ocasiones crecen algunos árboles y arbustos, pero el kudzu los cubre restringiendo su crecimiento.

La adopción de tecnologías mejoradas se hace generalmente en un contexto de escasez de tierras, aumento de población y cercanía a los mercados (BOSERUP 1965, 1981, PINGALI *et al.*, 1987).

En el trabajo de investigación realizado por (YANGGEN Y ALEGRE 1998), mencionan que el diseño de alternativas sostenibles a la roza, tumba y quema en el trópico húmedo debe enfocarse en mejorar los rendimientos y reducir los costos del sistema. Productores de Pucallpa han adoptado ampliamente barbechos mejorados (*Pueraria phaseoloides*), pues aumentan los rendimientos y reducen los costos de mano de obra. El análisis

econométrico mostró que el uso de barbechos con kudzu disminuyó el desmonte de bosque primario y aumentó el uso de los bosques secundarios.

### **2.5.3. Usos potenciales y requerimientos de suelos**

Cobertura, pastoreo, banco de proteína, abono verde, prefiere suelos arcillosos y de textura media, con pH entre 4.5 y 6.5 tolera la acidez de la deficiencia de fósforo.

### **2.5.4. Sistema de siembra**

En sistema de siembra se requiere entre 4 a 5 kg/ha escarificado. La siembra se debe realizar con palana a 0.5 m entre plantas y 1.0 m entre hileras, a una profundidad de 2 a 3 cm. Para sistema mecanizado normalmente se utiliza entre 5 - 9 kg/ha; también se puede propagar a través de material vegetativo utilizándose las nudosidades de donde nacen las hojas. Para este fin se debe utilizar las que están en contacto con el suelo. Para la siembra, el espaciamiento debe ser de 1 m entre planta y de 2 a 3 m entre hileras (WADE Y SANCHEZ, 1983).

### **2.5.5. Productividad, calidad, suelo y animal**

El kudzu tiene un alto valor nutritivo, en términos de proteína, digestibilidad, contenido de minerales; el consumo animal en algunos casos requiere acostumbramiento, mejora las condiciones físicas y químicas del suelo por la cantidad de hojas depositadas y por el nitrógeno fijado. Los altos

contenidos de proteína y calcio se manifiestan en la producción animal (WADE Y SANCHEZ 1983).

### **2.5.6. Manejo de cobertura**

#### **– Cultivos perennes y semiperennes**

El kudzú se puede utilizar como cobertura en cítricos, mango, achachairú, especies maderables y recuperación de barbechos. Para el manejo en estos cultivos sólo requiere de una limpieza por debajo de la planta o cultivo asociado, para evitar que las guías trepen al árbol, normalmente requiere tres limpiezas por año (WADE Y SANCHEZ, 1983).

#### **– Cultivos anuales**

Se puede establecer asociado al cultivo del maíz, para obtener mejores rendimientos en lo que se refiere a producción de semilla (WADE Y SANCHEZ, 1983).

## **2.6. *Cynodon dactylon* “Pasto chino”**

### **2.6.1. Características agronómicas**

Esta gramínea presenta una adaptación a climas muy diversos y muy amplios; su habilidad de producir semilla, estolones, rizomas duros les permiten diseminarse, en algunos casos como maleza en áreas agrícolas; la propagación, siendo en la mayoría de las variedades, malas para semilla y

tienen que ser propagadas por el corte de los tallos, utilizando las raíces o el material vegetativo.

La adaptación es a suelos bien drenados con poca arena y tienen una menor producción en suelos arcillosos y calcáreos con mal drenaje. No es tan resistente a la sequía como el bermuda de la costa, pero bajo un buen manejo la pasará bien en sequías estresantes. Soporta relativamente bien la estación fría y algunas enfermedades.

### **2.6.2. Taxonomía de la especie**

MARULANDA (2002), lo clasifica de la siguiente forma:

División	:	MAGNOLIOPHYTA
Clase	:	LILIOPSIDA
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Género	:	Cynodon
Nombre común	:	Pasto chino

### **2.6.3. Usos**

Es una pradera muy apreciada y un forraje excelente, se mantiene verde durante los días calientes. Es muy usado como forraje, heno, ensilaje y pasto, a pesar de que su riqueza en nutrientes no puede considerarse alta.

En condiciones de cultivo esta gramínea se puede asociar bien con leguminosas, ya que producen pasto nutritivo y puede ser mantenidos en rotación resultando excelentes para la engorda de ganado vacuno en producción de carne.

Análisis bromatológico por cada 100 gramos, proteína cruda 11.6 %, grasas 2.1 g, carbohidratos 75.9 g, fibra 25.9 g, ceniza 10.4 g, calcio 530 mg, fósforo 220 mg, hierro 112 mg, potasio 1,630 mg, betacaroteno 28 Ug.  
Fuente: <http://www.zoetecnocampo.com/>Fuente: <http://forages.orst.edu/>.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Características generales**

##### **3.1.1. Ubicación**

El presente trabajo se realizó entre los meses enero a setiembre del 2011, en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD) perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María (UNAS), localizado, en el distrito José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, cuya coordenadas geográficas son las siguientes:

- Latitud sur 09° 09' 00"
- Longitud oeste 75° 59' 00"
- Altitud 620 msnm.

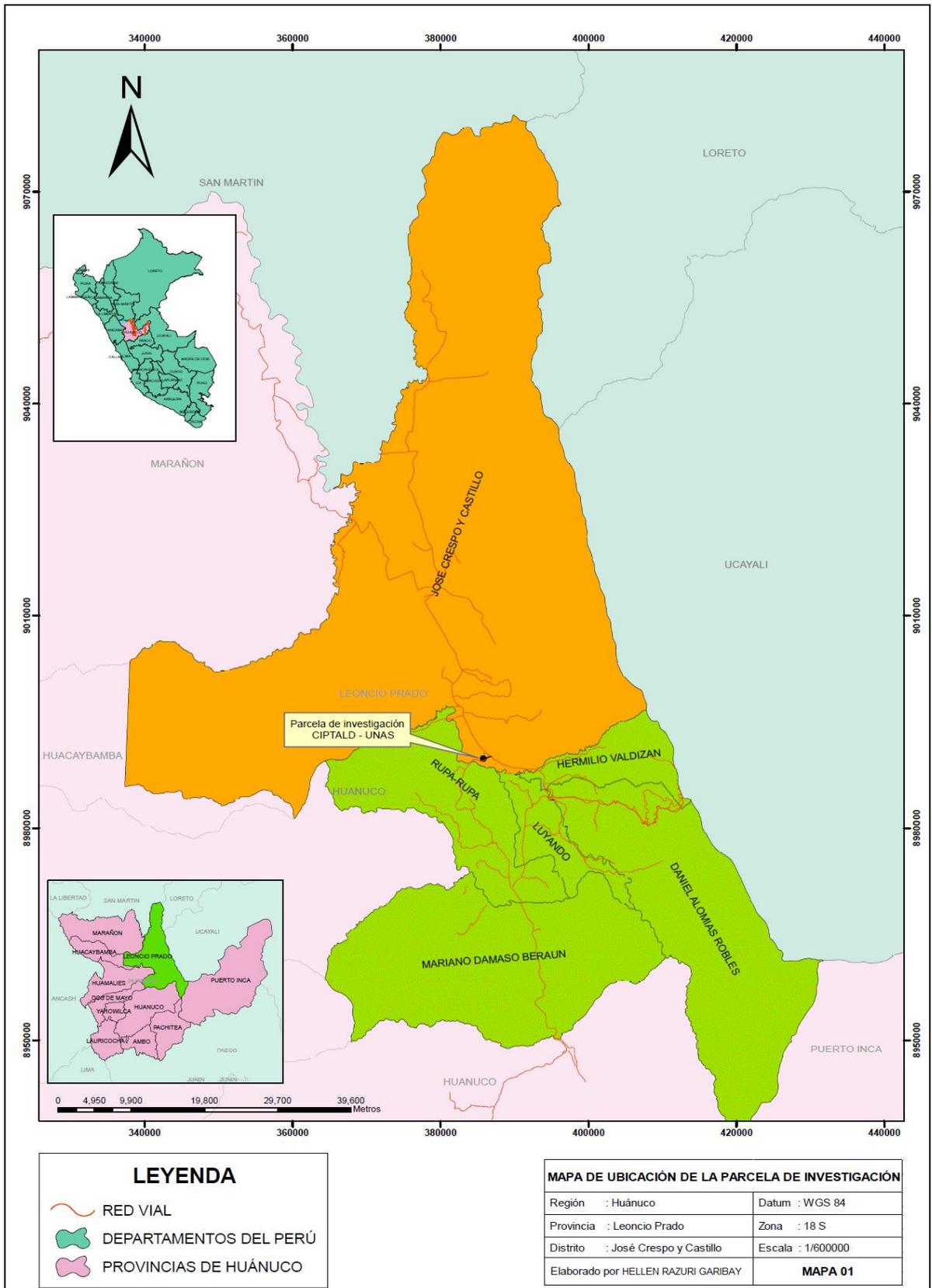


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de trabajo

### **3.1.2. Clima y zonas de vida**

El clima característico es el trópico de altura, con temperaturas medias anuales que oscilan alrededor de los 24 °C, llegando hasta los 31 °C en los meses de verano y 18 °C aproximadamente en los meses de invierno (UFSC, 2002) citado por YQUISE (2010).

La precipitación promedio anual es de 3300 mm/año; la época de mayores lluvias denominadas invierno se presenta en los meses de noviembre a marzo; la época lluviosa se interrumpe durante un periodo corto de sequía, que se presenta desde fines de diciembre hasta mediados de febrero; mientras que la humedad relativa media fluctúa entre 80 y 90%.

El Alto Huallaga corresponde a la zona de vida, bosque muy húmedo Pre-montano Tropical (bmh-PMT), de acuerdo a la clasificación de HOLDRIDGE (1986).

### **3.1.3. Datos meteorológicos**

En el Cuadro 1, se presentan los datos meteorológicos de: temperatura máxima, mínima y media; humedad relativa (%), precipitación (mm/mes) y horas sol (horas), generales durante la ejecución del trabajo de investigación, obtenidos de la Estación de Meteorología y climatología que pertenece a la FRNR-UNAS.

Cuadro 1. Datos climatológicos generales durante el trabajo experimental.

Periodo (mes)	Temperatura del aire °C			Humedad Relativa HR(%)	Precipitación PP(mm/mes)	Horas sol (H.Sol)
	Máxima	Mínima	Media			
Enero	28.2	20.5	24.3	89	475.7	82.4
Febrero	27.4	20.0	23.7	91	535.3	74.3
Marzo	28.8	20.4	24.6	88	55.8	86.5
Abril	30.2	20.4	25.3	87	376.3	152.8
Mayo	29.7	20.5	25.1	86	198.8	156.0
Junio	29.6	20.1	24.8	86	127.3	175.9
Julio	30.1	19.7	24.8	86	110.2	215.2
Agosto	30.8	19.5	25.1	84	66.6	218.1
Setiembre	30.4	19.7	25.0	85	278.8	170.1

Fuente: Estación Meteorológica de la FRNR-UNAS, 2011.

### 3.1.4. Análisis de suelos

En los cuadros 17 y 18 del Anexo, se muestra los resultados de los análisis de las propiedades físico químicas del suelo, realizados en el laboratorio de análisis de suelos de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Es preciso indicar, dichos análisis se realizaron antes y después de ejecutar la investigación. En referente a todo el desarrolló del experimento donde se desarrollaron las coberturas vegetales; podemos indicar que los diferentes componentes evaluados presentaron cambios positivos debido al incremento del contenido de la materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio, calcio y el nivel de pH, y arena; mientras que hubo una mengua en el contenido de aluminio, limo y hidrógeno.

## 3.2. Materiales y equipos

### 3.2.1. Instrumentos de campo y gabinete

Los materiales utilizados para la recopilación de datos de campo y gabinete fueron: vernier, wincha, cinta diamétrica, pala, machete, listones,

cordeles, listones de bambú, rafias, formato de campo, libretas de campo, estacas, rótulos, plumón indeleble, lapiceros, lápices, regla, bolsas, tablero y libreta de campo.

### **3.2.2. Equipos y herramientas**

GPS Garmin, brújulas, balanza analítica y de precisión, equipos para medición de pH, computadoras, impresoras, fotocopadoras.

### **3.3. Metodología**

La metodología del proyecto de investigación consistió en la recopilación de datos. Para el desarrollo de la investigación se tuvo el material vegetativo constituido por 4 especies de cobertura vegetal: *Arachis pintoii* L. "Maní forrajero", *Centrocema macrocarpum* "Centrocema", *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth "Kudzu", *Cynodon dactylon* "Pasto chino".

Los tratamientos fueron cuatro, los que se indican a continuación:

- T<sub>0</sub>= Sin cobertura
- T<sub>1</sub>= *Arachis pintoii* L. "Maní forrajero"
- T<sub>2</sub>= *Centrocema macrocarpum* "Centrocema"
- T<sub>3</sub>= *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth "Kudzu"
- T<sub>4</sub>= *Cynodon dactylon* "Pasto chino"

### **3.3.1. Fase de pre-campo**

- Selección de las parcelas

Para el desarrollo del proyecto de investigación se coordinó con el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo la Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD) perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María (UNAS), localizado, en el distrito José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, para la instalación de una parcela experimental de 1800 m<sup>2</sup>, donde se diseñó e instaló 3 sub-parcelas (bloques) conformadas de 5 repeticiones.

### **3.3.2. Fase de campo**

En la segunda fase se realizó actividades netamente de campo: se muestrearon los suelos de cada tratamiento, antes de ejecutar el proyecto de investigación. Posterior a esta actividad se procedió a instalar los 3 tipos de leguminosas a evaluar.

Finalmente después del periodo de evaluación se procedió a muestrear los suelos de cada tratamiento, a una profundidad de 30 cm obteniéndose un peso aproximado de 1/2 kg.

### **3.3.3. Fase de gabinete**

En la tercera fase se realizó actividades de gabinete como es el secado de las muestras de suelo bajo sombra y a temperatura ambiente, para luego ser envasados, codificados y almacenados, para su respectivo análisis

en el laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

### 3.4. Diseño experimental

Para el análisis estadístico del presente estudio, se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 3 repeticiones.

#### 3.4.1. Características del campo experimental

– **Bloques**

Nº de bloques	3
Nº de parcelas por bloque	5
Largo de bloque	50 m
Ancho de bloque	10 m
Área total de bloque	500 m <sup>2</sup>
Área neta experimental	1500 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	1800 m <sup>2</sup>

– **Parcelas**

Nº de parcela experimental	15
Número de golpes por parcela	4 (torres)

Longitud de parcela	10 m
Ancho de parcela	10 m
Área de parcela	100 m <sup>2</sup>

– **Plantas**

Distanciamiento de siembra	0.20 x 0.20 cm
Área	0.04 m <sup>2</sup>

**3.4.2. Croquis del campo experimental**

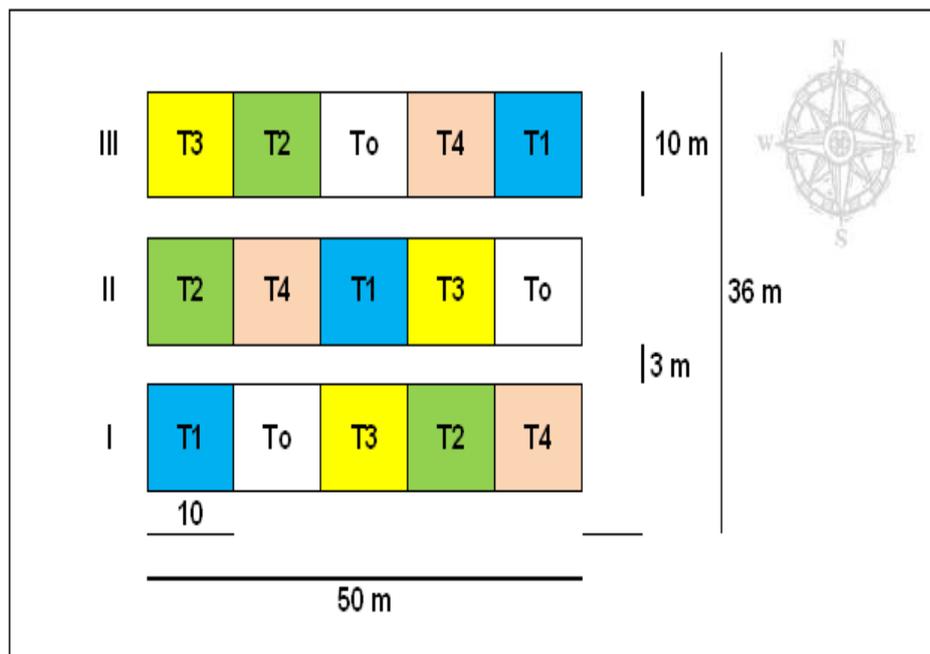


Figura 2. Croquis del campo experimental

### **3.4.3. Variables en estudio.**

#### **a. Variables independientes**

- Tipos de coberturas de leguminosas y gramínea

#### **b. Variables dependientes**

- Evaluación de las Características físicas, químicas y biológicas
- Materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.
- Cobertura y contenido de materia seca.
- Velocidad de crecimiento.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Porcentaje de cobertura

En el Cuadro 2 se muestra el análisis de variancia para el porcentaje de cobertura, a los 30, 90, 180 y 270 días, después de la siembra, donde se deduce lo siguiente:

Cuadro 2. Análisis de variancia por efecto de cobertura en porcentaje (%) a los 30, 90, 180 y 270 días.

Cuadrado Medio – Porcentaje de cobertura									
FV	GL	30 Días		90 Días		180 Días		270 Días	
Bloques	2	0.083	NS	3.330	NS	555.370	NS	211.291	*
Coberturas	3	49.658	**	193.140	**	587.108	NS	279.541	**
E. EXP.	6	0.194		0.9800		149.074		19.958	
Cv (%)		10.93		9.61		23.10		4.98	
Promedio (%)		4.03		10.30		52.85		89.64	

III. NS = No significativo

IV. \* = Significativo al 0.05 de probabilidad.

V. \*\* = Significativo al 0.01 de probabilidad.

- No se encontró diferencias estadísticas significativas para en la fuente de bloques a los 30, 90 y 180 días después de la siembra; sin embargo, a los 270 días se encontró diferencias significativas.

- Se encontró diferencias altamente significativas a los 30, 90 y 270 días entre las coberturas; en contraste a estos resultados, no existe diferencias significativas a los 180 días, después de la siembra.
- El coeficiente de variación (CV) a los 30, 90, 180 y 270 días de evaluación fueron 10.93 %, 9.61 %, 23.10 % y 4.98 %, respectivamente; mientras que los promedios variaron desde 4.03 % (30 días) hasta 89.64 % (270 días).

En el Cuadro 3 y la Figura 3 se muestran la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para los efectos de las coberturas en la variable porcentaje de cobertura; se observa que la cobertura (T4) “grass chino”, presentó mayor promedio de cobertura a los 30 y 90 días (9.67% y 20.10%), comparado a las coberturas (T1) “Maní forrajero” *Arachis pintoi* L., (T3) “Kudzu” y (T2) “*Centrocema macrocarpum*” que presentaron menores promedios. Sin embargo, estas coberturas a excepción del “*Centrocema macrocarpum*” presentaron similar comportamiento con mayores promedios a los 180 y 270 días.

Cuadro 3. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha=0.05$ ) para el porcentaje de cobertura, en promedio a los 30, 90, 180 y 270 días

Coberturas	Porcentaje de cobertura en promedio (%)							
	30 Días	Sign.	90 Días	Sign.	180 Días	Sign.	270 Días	Sign.
Pasto chino (T4)	9.67	a	20.10	a	63.13	a b	95.67	a
Maní forrajero (T1)	3.67	b	12.60	b	64.77	a	93.33	a
Kudzu (T3)	2.80	b	7.30	c	63.13	a	94.33	a
Centrocema (T2)	0.00	c	1.20	d	34.93	b	75.23	b

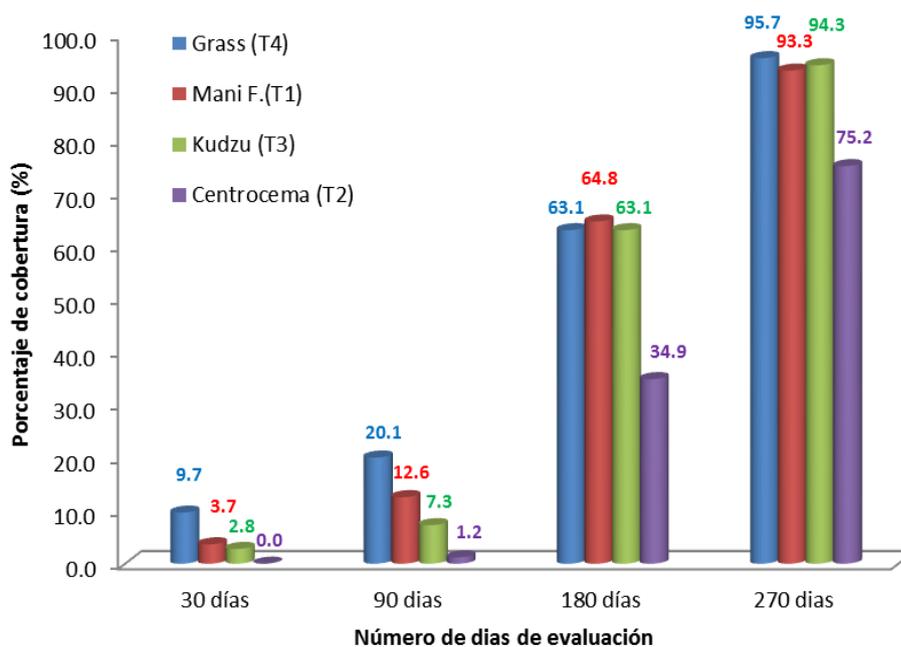


Figura 3. Comparación de promedios para el indicador de porcentaje de cobertura vegetal a los 30, 90, 180 y 270 días.

En la Figura 4 se presenta, las evaluaciones en promedios del comportamiento de la variable porcentaje de cobertura, durante todo el trabajo de investigación, de las coberturas (T1) “Maní forrajero”, (T2) “*Centrocema macrocarpum*”, (T3) “Kudzu” y (T4) “grass chino”; se observa que durante los primeros 120 días, después de la siembra, entre las coberturas (T1) “Maní forrajero” (T3) “Kudzu” y el (T4) “grass chino” muestran similar comportamiento, comparado al (T2) “*Centrocema macrocarpum*”; sin embargo a partir de los 120 días, se empieza con el incremento en forma significativa hasta los 240 días después de la siembra, predominando las coberturas (T1) “Maní forrajero” y el (T3) “Kudzu” comparado al (T4) “grass chino” y al (T2) “*Centrocema macrocarpum*”; para luego mantenerse en forma casi permanente, a partir de los 270 días (mes de setiembre), con una recuperación ligera del (T4) “Pasto

chino” que posiblemente podría estar relacionado al incremento de la precipitación que fue de 278.8 mm (Cuadro 1).

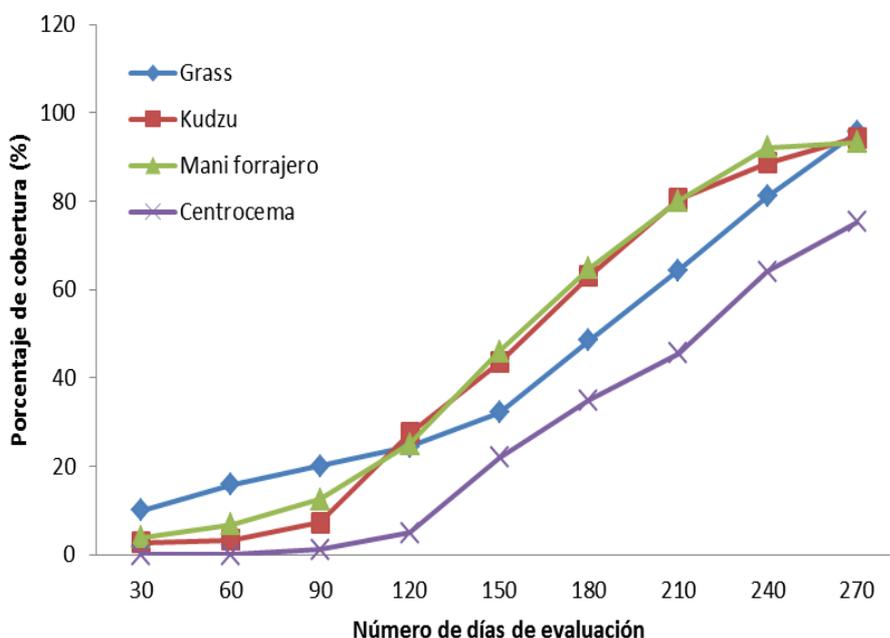


Figura 4. Comportamiento de promedios para el variable porcentaje de cobertura durante toda la ejecución del experimento.

#### 4.2. Velocidad de crecimiento.

En el Cuadro 4 se muestra el análisis de variancia para la velocidad de crecimiento de las coberturas a los 30, 90, 180 y 270 días, después de la siembra, de donde se deriva los siguientes resultados:

- No se encontró diferencias estadísticas significativas para que en la fuente de bloques a los 30, 180 y 270 días después de la siembra; sin embargo, a los 90 días se encontró diferencias significativas.

- Se encontró diferencias altamente significativas a los 30 y 90 días entre las coberturas; en contraste a estos resultados, no existe diferencias significativas a los 180 y 270 días después de la siembra.
- El coeficiente de variación (CV) a los 30, 90, 180 y 270 días de evaluación fueron 2.58 %, 3.05 %, 11.57 % y 38.89 %, respectivamente; mientras que los promedios mostrados fueron 1.71 cm, 2.94 cm, 7.17 cm y 5.32 cm.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la velocidad de crecimiento a los 30 90, 180 y 270 días.

FV	GL	Cuadrado Medio – Velocidad de crecimiento en cm			
		30 Días	90 Días	180 Días	270 Días
Bloques	2	0.001 NS	0.056 *	2.616 NS	12.316 NS
Coberturas	3	5.112 **	6.250 **	2.688 NS	14.739 NS
E. EXP.	6	0.002	0.008	0.686	4.277
Total	11				
Cv (%)		2.58	3.05	11.57	38.86
Promedio		1.71	2.94	7.16	5.32

VI. NS = No significativo

VII. \* = Significativo al 0.05 de probabilidad.

VIII. \*\* = Significativo al 0.01 de probabilidad.

En el Cuadro 5 y la Figura 5 se muestran los resultados de las comparaciones de promedios de las coberturas, mediante la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la variable velocidad de crecimiento en cm; se puede observar que las coberturas (T1) “Maní forrajero” y (T4) “gras chino”, presentaron mayores promedios de crecimiento radial a los 30 días (3.17 cm y 1.97 cm) y 90 días (4.47 cm y 3.53 cm), comparado a las coberturas (T3) “Kudzu” y (T2)

“*Centrocema macrocarpum*” que presentaron menores promedios. Sin embargo, la cobertura (T3) “Kudzu”, conjuntamente a la cobertura (T1) “Maní forrajero” presentaron mayores promedios a los 180 y 270 días; mostrando diferencias significativas respecto a la coberturas (T4) “Grass chino” y “*Centrocema macrocarpum*” (T2).

Cuadro 5. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para la variable velocidad de crecimiento a los 30, 90, 180 y 270 días

coberturas	Crecimiento en promedio (cm/seg)							
	30 Días	Sign.	90 Días	Sign.	180 Días	Sign.	270 Días	Sign.
Pasto chino (T4)	3.17	a	4.47	a	6.90	a b	3.91	a b
Maní forrajero (T1)	1.97	b	3.53	b	8.00	a	5.94	a b
Kudzu (T3)	1.70	c	2.70	c	7.80	a	8.17	a
Centrocema (T2)	0.00	d	1.07	d	5.93	b	3.27	b

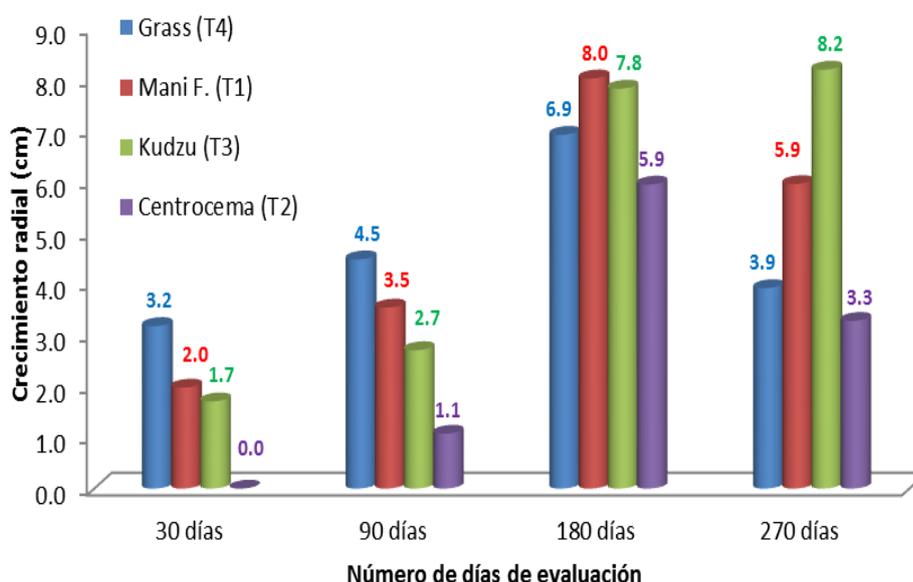


Figura 5. Comparación de promedios para la velocidad crecimiento, por cobertura vegetal a los 30, 90, 180 y 270 días.

En la Figura 6 se presenta, las evaluaciones de los resultados promedios del comportamiento de las 4 coberturas evaluadas como (T1) “Maní forrajero” *Arachis pintoi* L., (T2) “Centrocema”, (T3) “Kudzu” y (T4) “Pasto chino” para la velocidad de crecimiento radial, durante el experimento; los resultados nos indican que durante los 210 días, después de la siembra, todas las coberturas mostraron comportamientos, no significativos, con ligera predominancia de las coberturas (T1) “Maní forrajero” y el (T3) “Kudzu” confrontado al (T4) “Pasto chino” y al (T2) “*Centrocema macrocarpum*” que mostraron menores promedios de crecimiento radial; partir de los 240 días, se empieza mostrar el incremento en forma significativa, predominando las coberturas (T3) “Kudzu y (T1) “Maní forrajero” comparado a las coberturas (T4) “Pastos chino” y (T2) “*Centrocema macrocarpum*” que presentan un crecimiento radial lento.

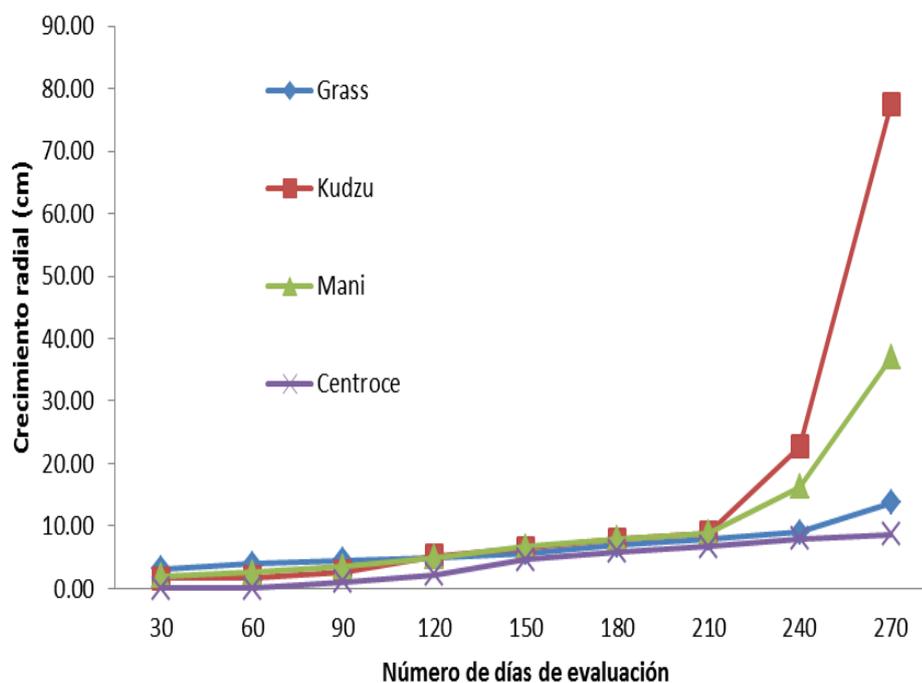


Figura 6. Comportamiento de promedios para la variable velocidad de crecimiento, durante toda la ejecución del experimento.

### 4.3. Materia seca

En el Cuadro 6 se presenta el análisis de variancia para la materia seca en g/m<sup>2</sup>, a los 30, 90, 180 y 270 días después de la siembra, donde se deduce lo siguiente:

- No se encontró diferencias estadísticas significativas para en la fuente de bloques a los 30, 90, 180 y 270 días después de la siembra.
- Se encontró diferencias altamente significativas a los 30, 90, 180 y 270 días entre las coberturas.
- El coeficiente de variación (CV) a los 30, 90, 180 y 270 días de evaluación fue de 10.57 %, 8.60 %, 15.96 % y 12.48 %, mientras que los promedios fueron 0.65 g/m<sup>2</sup>, 1.81 g/m<sup>2</sup>, 3.37 g/m<sup>2</sup> y 22 g/m<sup>2</sup>, respectivamente.

Cuadro 6. Análisis de variancia para la materia seca a los 30 90, 180 y 270 días

FV	GL	Cuadrado Medio – Materia seca en g/m <sup>2</sup>			
		30 Días	90 Días	180 Días	270 Días
Bloques	2	0.003 NS	0.031 NS	0.851 NS	32.110 NS
Coberturas	3	0.965 **	6.281 **	8.005 **	932.116 **
E. EXP.	6	0.005	0.024	0.289	7.532
Total	11				
Cv (%)		10.57	8.60	15.96	12.48
Promedio		0.65	1.81	3.37	22.00

NS = No significativo

\*\* = Significativo al 0.01 de probabilidad.

En el Cuadro 7 y la Figura 7 se muestran los resultados de las comparaciones de promedios de las coberturas, mediante la prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para la variable materia seca en  $g/m^2$ ; se observa que la cobertura (T3) “kudzu”, presentó mejor comportamiento con promedios de  $1.37 g/m^2$ ,  $3.60 g/m^2$ ,  $5.50 g/m^2$  y  $46.60 g/m^2$ , para los 30, 90, 180 y 270 días después de la siembra; seguido por la cobertura (T1) “maní forrajero” que presentó promedios de  $0.73 g/m^2$ ,  $2.30 g/m^2$  y  $3.42 g/m^2$  hasta los 180 días; sin embargo, a los 270 días la cobertura (T2) “centrocema” superó con promedio de  $19.67 g/m^2$  al “maní forrajero que presentó un promedio de  $16.93 g/m^2$ . La cobertura (T4) “pasto chino”, exhibió un comportamiento inferior casi constante a los 30, 90, 180 y 270 días, con promedios que variaron desde  $0.5 g/m^2$  hasta  $4.80 g/m^2$ .

Cuadro 7. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para la materia seca a los 30, 90, 180 y 270 días.

coberturas	Materia seca $g/m^2$ en promedio							
	30 Días	Sign.	90 Días	Sign.	180 Días	Sign.	270 Días	Sign.
Kudzu (T3)	1.37	a	3.60	a	5.50	a	46.60	a
Maní forrajero (T1)	0.73	b	2.30	b	3.42	b	16.93	b
Pasto chino (T4)	0.50	c	1.00	c	1.55	c	4.80	c
Centroceema (T2)	0.00	d	0.33	d	3.010	b	19.67	b

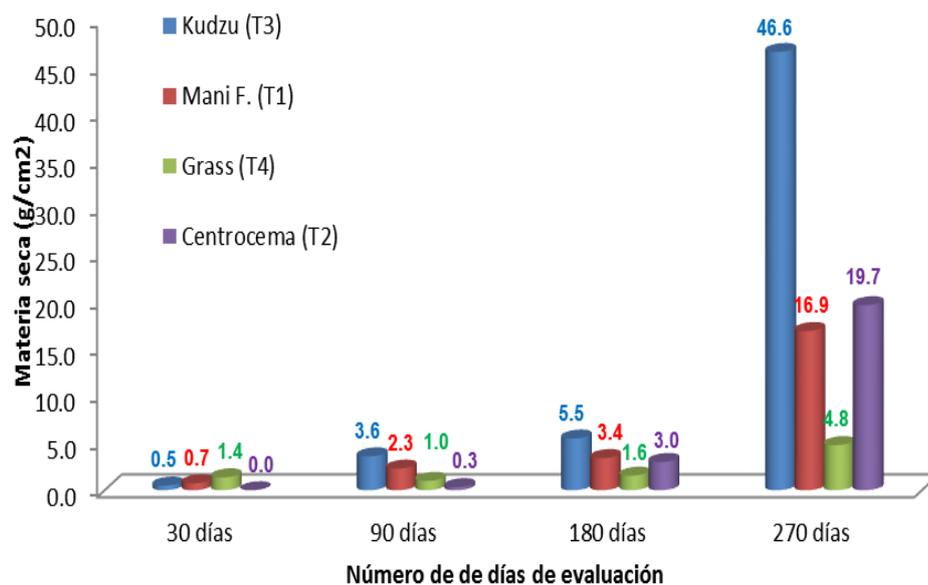


Figura 7. Comparación de promedios para la materia seca por cobertura vegetal a los 30, 90, 180 y 270 días.

En la Figura 8 se presenta, las evaluaciones de los resultados promedios del comportamiento de las 4 coberturas, para la variable materia seca en g/m<sup>2</sup>, durante el trabajo experimental; los resultados nos indican que durante los 210 días, después de la siembra, la cobertura (T3) “kudzu” manifestó un comportamiento significativo, comparado a las otras coberturas (T1) “maní forrajero”, (T2) “centrocema” y al (T4) “pasto chino”, que mostraron menores promedios de materia seca.

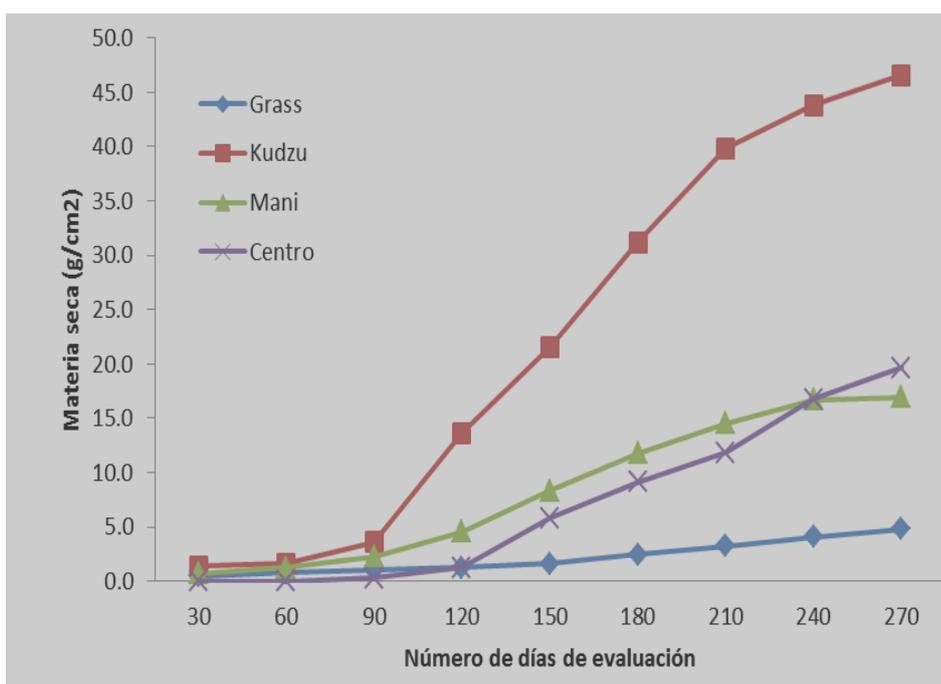


Figura 8. Comportamiento de promedios para la materia seca durante toda la ejecución del experimento.

#### 4.4. Efecto de coberturas

##### 4.4.1. Textura del Suelo

En el Cuadro 8 se presenta el análisis de variancia para el contenido de arena, limo y arcilla en porcentaje, donde se deduce lo siguiente:

- No se encontró diferencias estadísticas significativas en la fuente de bloques.
- Se encontró diferencias altamente significativas para el contenido de limo y arcilla entre el testigo y las coberturas; sin embargo no se encontró diferencias para el contenido de arena.

- El coeficiente de variación (CV) para el contenido de arena, limo y arcilla fueron de 14.82 %, 10.59 % y 9.60 %, mientras que los promedios fueron 35.27 %, 26.2 % y 37.53 %.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el contenido de arena limo y arcilla por cobertura

FV	GL	Cuadrado Medio – Contenido de arena, limo y arcilla		
		Arena	Limo	Arcilla
Bloques	2	36.467 NS	18.200 NS	6.067 NS
Coberturas	4	20.400 NS	333.600 **	289.600 **
E. EXP.	8	27.300	7.700	12.900
Cv (%)		14.82	10.59	9.60
Promedio		35.27	26.2	37,53

NS = No significativo

\*\* = Significativo al 0.01 de probabilidad.

En el Cuadro 9 y la Figura 9 se muestran los resultados de las comparaciones de las coberturas con el tratamiento testigo, mediante la prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el contenido en promedio de arena, limo y arcilla en porcentaje (%); se observa que las coberturas mostraron diferencias significativas con el testigo para el contenido de limo; respecto a este componente las coberturas presentaron promedios que variaron de 21 a 23 %, mientras que el testigo presentó el 45 % de contenido de limo; respecto a la arcilla las coberturas presentaron promedios que variaron de 39 a 44 % frente al testigo que mostró un 20.33 % en promedio.

Respecto al contenido de arena, no se encontró diferencias significativas, entre las coberturas vegetales y el tratamiento testigo, variando los promedios desde 33 % hasta 39%.

Cuadro 9. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el contenido de arena limo y arcilla por cobertura

coberturas	Contenido de arena, limo y arcilla en promedio					
	Arena	Sign.	Limo	Sign.	Arcilla	Sign.
Kudzu (T3)	39.00	a	21.00	b	39.00	a
Mani forrajero (T1)	37.00	a	21.00	b	41.00	a
Centroceema (T2)	33.67	a	21.00	b	44.33	a
Pasto chino (T4)	33.00	a	23.00	b	43.00	a
Testigo	33.67	a	45.00	a	20.33	b

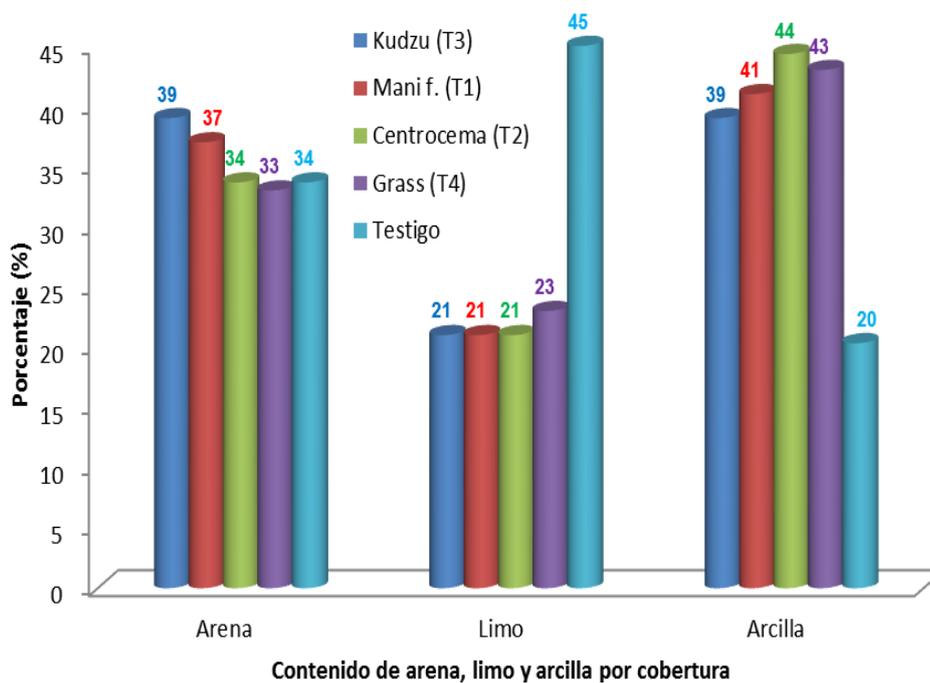


Figura 9. Contenido promedio de arena, limo y arcilla por cobertura y testigo.

#### 4.4.2. Contenido de materia orgánica y pH

En el Cuadro 10 se presenta el análisis de variancia para el contenido de materia orgánica y pH, donde se deduce lo siguiente:

- No se encontró estadísticamente diferencias significativas para la fuente de bloques.
- Se encontró diferencias altamente significativas para el contenido de materia orgánica y pH entre las coberturas y el testigo.
- El coeficiente de variación (CV) para el contenido de materia orgánica y el pH fueron de 2.96 %, y 6.76 %, mientras que el contenido de los promedios fueron 4.65 y 4.11 %.

Cuadro 10. Análisis de varianza por las características de materia orgánica y pH.

FV	GL	Cuadrado medio pH y Mo	
		pH	MO
Bloques	2	0.098 NS	0.075 NS
Coberturas	4	0.307 **	3.230 **
E. EXP.	8	0.019	0.077
Cv (%)		2.96	6.76
Promedio		4.65	4.11

NS = No significativo

\*\* = Significativo al 0.01 de probabilidad.

En el Cuadro 11 y la Figura 10 se muestran los resultados de las comparaciones de las coberturas con el tratamiento testigo, mediante la prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el contenido en promedio de materia orgánica y el pH en porcentaje (%); se observa que las coberturas mostraron diferencias con el testigo; donde las coberturas presentaron, promedios de materia orgánica, que variaron de 3.37 a 4.67 %, mientras que el testigo presentó 2.27 % de materia orgánica; respecto al pH las coberturas presentaron promedios que variaron de 4.67 frente al testigo que presentó 4.10 de pH.

Cuadro 11. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para materia orgánica y pH por cobertura

coberturas	Materia orgánica y pH en promedio			
	MO	Sign.	pH	Sign.
Centroceema (T2)	4.67	a	4.77	a
Maní forrajero (t1)	4.67	a	4.67	a
Kudzu (T3)	4.57	a	4.82	a
Pasto chino (T4)	3.37	a	4.90	a
Testigo	2.27	b	4.10	b

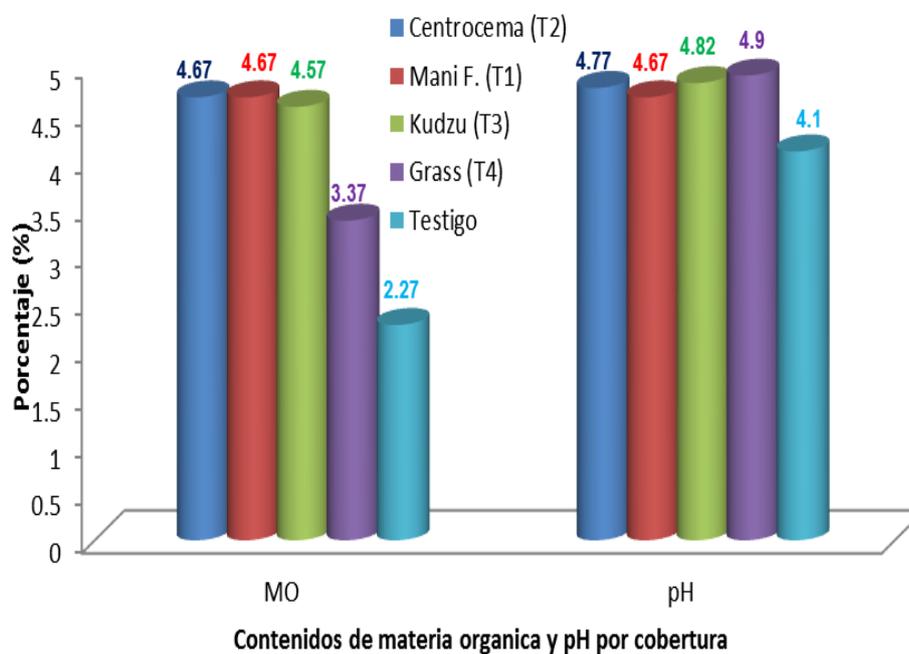


Figura 10. Contenido promedio de materia orgánica y pH por cobertura y testigo.

#### 4.4.3. Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio

En el Cuadro 12 se presenta el análisis de variancia para el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, donde se deduce lo siguiente:

- No se encontró diferencias estadísticas significativas para en la fuente de bloques.
- Se encontró diferencias altamente significativas para el contenido de nitrógeno y fosforo entre el testigo y las coberturas; sin embargo no se encontró diferencias significativas para el contenido de potasio.
- El coeficiente de variación (CV) para el contenido de nitrógeno, fosforo y potasio fueron de 8.09 %, 15.02 % y 41.99 %, mientras que el contenido de los promedios fueron 10.18 %, 10.54 ppm y 476.91 me/100g.

Cuadro 12. Análisis de varianza por las características de nitrógeno, fosforo y potasio

FV	GL	Cuadrado Medio – Contenido de N, P y K		
		N	P	K
Bloques	2	0.0004 NS	0.414 NS	5383.110 NS
Coberturas	4	0.0067 **	52.560 **	61028.899 NS
E. EXP.	8	0.0002	2.508	40105.326
Cv (%)		8.09	15.02	41.99
Promedio		10.18	10.54	476.91

NS = No significativo

\*\* = Significativo al 0.01 de probabilidad.

En el Cuadro 13 y las Figuras 11, 12 y 13 se muestran los resultados de las comparaciones de las coberturas versus el tratamiento testigo, mediante la prueba de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para el contenido en promedio de nitrógeno en %, fosforo en ppm y potasio kg/ha; se observa que las coberturas mostraron diferencias significativas en relación al testigo; respecto al nitrógeno; donde las coberturas presentaron, promedios de contenido de

nitrógeno que variaron de 0.197 a 0.210 %, mientras que el testigo presentó 0.10 % de nitrógeno.

Cuadro 13. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para nitrógeno, fósforo y potasio por cobertura del suelo.

coberturas	Contenido Nitrógeno, fosforo y potasio en promedio					
	N	Sign.	P	Sign.	K	Sign.
Centrocema (T2)	0.210	a	11.900	b	473.800	a
Maní forrajero (T1)	0.210	a	10.267	b	597.900	a
Kudzu (T3)	0.203	a	16.900	a	472.700	a
Pasto chino (T4)	0.197	a	6.700	c	593.700	a
Testigo	0.100	b	6.940	c	246.600	a

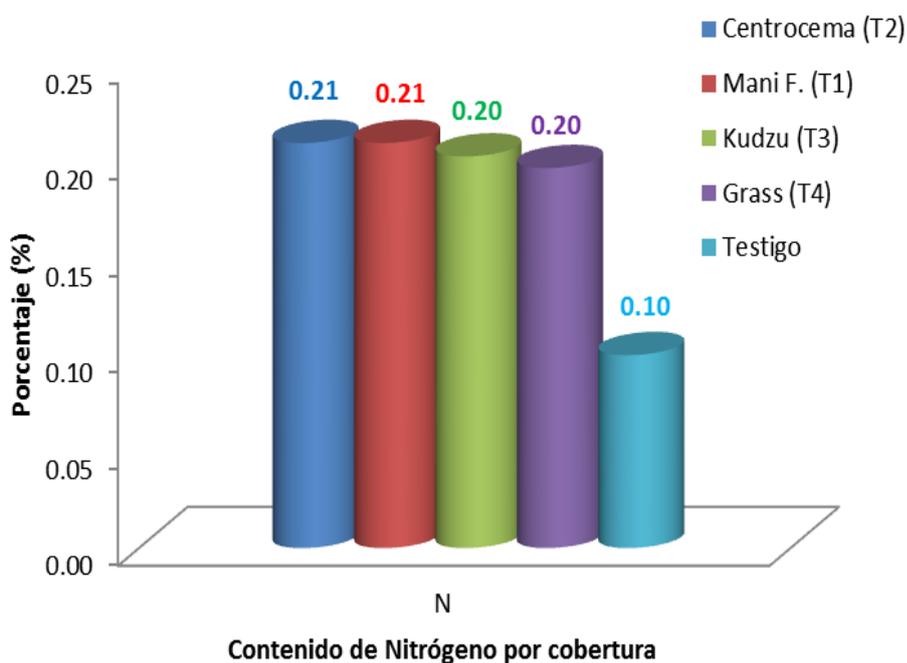


Figura 11. Contenido promedio de nitrógeno por cobertura y testigo.

Así mismo, en la Figura 12, se muestra la relación del contenido de fósforo, donde no se encontraron diferencias significativas entre el testigo con la cobertura (T4) "Pasto chino"; sin embargo se encontró diferencias altamente

significativas con las coberturas Kudzu (T3), Centrocema (T2) y Maní forrajero (T1).

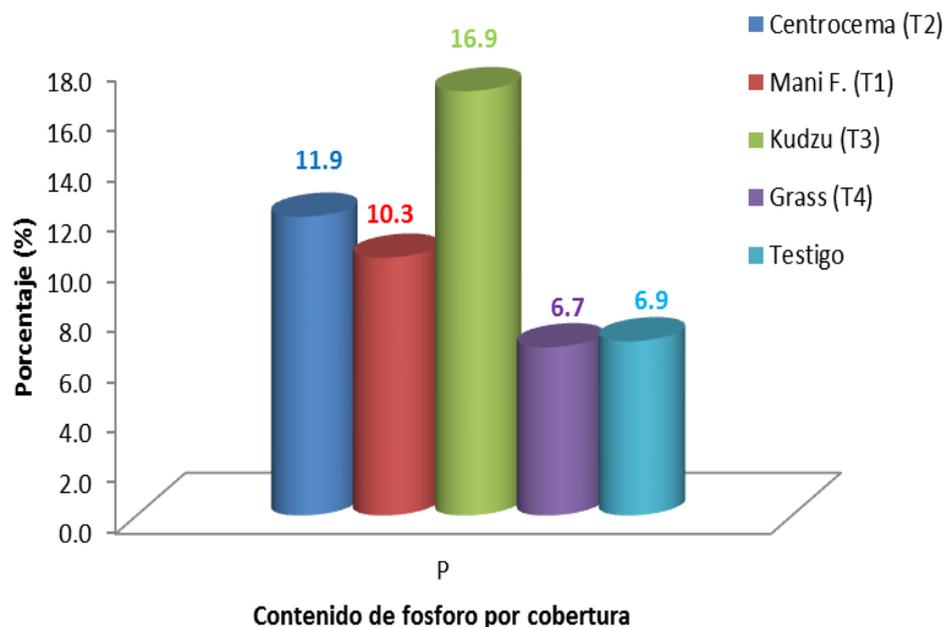


Figura 12. Contenido promedio de fosforo por cobertura y testigo en el suelo.

Respecto al potasio, se presenta la Figura 13, donde se muestra que no se encontraron diferencias significativas entre el testigo y las coberturas vegetales, oscilando los promedios de contenido de potasio desde 246 Kg/ha (testigo) hasta 597 Kg/ha en las coberturas (T1) “Maní forrajero”, (T2) “centrocema”, (T3) “kudzu” y (T4) “pasto chino”, respectivamente.

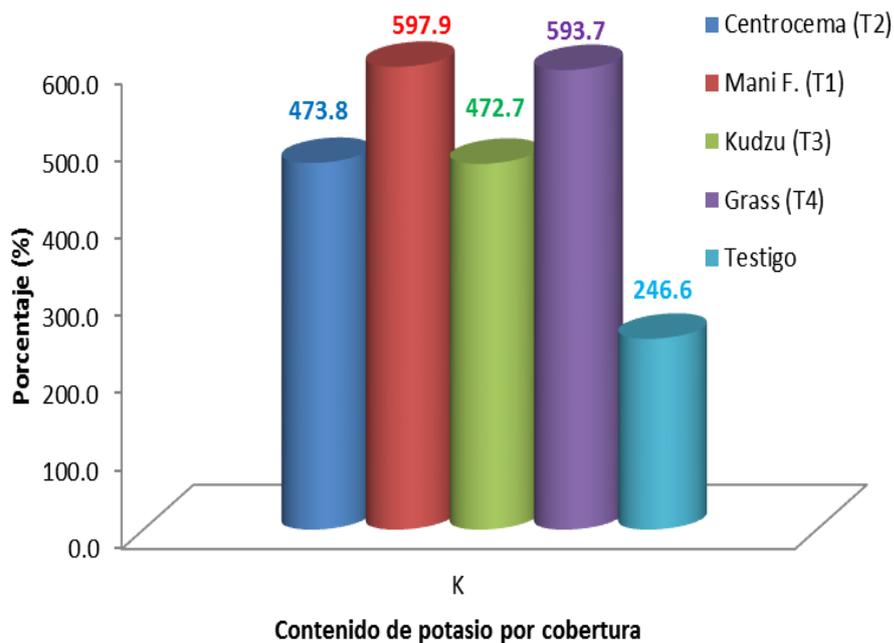


Figura 13. Contenido promedio de potasio por cobertura en el suelo.

#### 4.4.4. Contenido de calcio, magnesio y aluminio

En el Cuadro 14 se presenta el análisis de variancia para el contenido de calcio, magnesio y aluminio en me/100g, donde se deduce lo siguiente:

- No se encontró diferencias estadísticas significativas para en la fuente de bloques.
- Se encontró diferencias significativas para el contenido de calcio y altamente significativo para el aluminio entre el testigo y las coberturas; sin embargo no se encontró diferencias para el contenido de magnesio.

- El coeficiente de variación (CV) para el contenido de calcio, magnesio y aluminio fueron de 22.32 %, 31.77 % y 5.84 %, mientras que el contenido de los promedios en me/100g fueron 1.84, 0.34 y 3.90.

Cuadro 14. Análisis de varianza por las características de calcio, magnesio y aluminio

FV	GL	CM – Contenido de calcio, magnesio, aluminio		
		Ca	Mg	Al
Bloques	2	0.582 NS	0.013 NS	0.026 NS
Coberturas	4	1.056 *	0.015 NS	16.938 **
E. EXP.	8	0.169	0.0119	0.052
Cv (%)		22.32	31.77	5.84
Promedio		1.84	0.34	3.90

NS = No significativo

\*\* = Significativo al 0.01 de probabilidad.

En el Cuadro 15 y la Figura 14 se muestran los resultados de las comparaciones de las coberturas versus el tratamiento testigo, mediante la prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el contenido en promedio de calcio, magnesio y aluminio en me/100g; se observa que las coberturas mostraron diferencias significativas entre las coberturas y en relación al testigo, respecto al contenido de calcio; donde las coberturas presentaron, promedios de contenido de calcio entre 1.57 y 2.73 me/100g, mientras que el testigo presentó 1.20 me/100g de calcio.

Respecto al magnesio, no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y las coberturas vegetales, donde los promedios de contenido de potasio en las coberturas oscilaron entre 0.30 me/100g y 0.43 me/100g, mientras que el testigo presentó 0.25 me/100g de magnesio.

En relación al aluminio se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y las coberturas vegetales, los promedios de contenido de aluminio osciló entre 2.53 y 3.10 me/100g, mientras que el testigo presentó 8.13 me/100g de aluminio.

Cuadro 15. Prueba de significación de Duncan ( $\alpha= 0.05$ ) para calcio, magnesio y aluminio por cobertura.

coberturas	Contenido de calcio, magnesio y aluminio en promedio					
	Ca	Sign.	Mg	Sign.	Al	Sign.
Kudzu (T3)	2.73	a	0.43	a	2.53	b c
Pasto chino (T4)	2.10	a b	0.37	a	2.77	c
Maní forrajero (T1)	1.60	b	0.37	a	2.97	b c
Centrocema (T2)	1.57	b c	0.30	a	3.10	b
Testigo	1.20	c	0.25	a	8.13	a

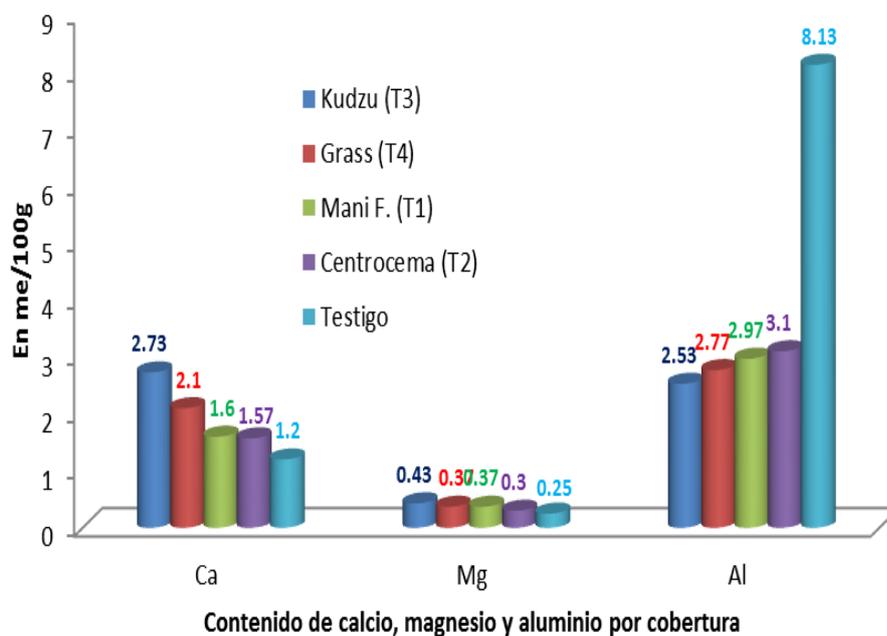


Figura 14. Contenido promedio de calcio, magnesio y aluminio por cobertura y testigo en el suelo.

#### **4.4.5. Propiedades biológicas del suelo**

Relacionado a las propiedades biológicas del suelo se observa de manera visual, que se han incrementado las actividades y diversidad de la macro fauna del suelo, micro flora y enzimas; dado que las coberturas (T1) “maní forrajero”, (T2) “centrocema”, (T3) “kudzu” y (T4) “pasto chino” evaluadas, han mostrado efectos positivos incrementando la materia orgánica, pH, nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio, calcio y arena; disminuyendo el contenidos de aluminio, limo e hidrógeno.

## V. DISCUSION

Para el porcentaje de cobertura, va a depender del tipo de coberturas evaluadas, como el *Arachis pintoii* L. "Maní forrajero" que son plantas que producen abundantes estolones y generan nuevas plantas en los nudos, lo cual favorece una cobertura rápida del suelo, esta cualidad le permite tener usos alternativos como cobertura del suelo y mejoramiento del mismo, como lo señalado por (VELA *et al.*, 1992). Mientras que el *Centrosema macrocarpum* L., abastecen permanentemente de hojarasca y rápida cobertura, con ello una disponibilidad de nutrientes y una fuerte defensa contra la erosión (PUERTAS, 2009); y asociando con gramíneas forrajeras se obtienen ganancias de peso de 225 kg/ha/año (AREVALO y SONCCO, 2002). Respecto a *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth "kudzú" podemos indicar, que su desarrollo inicial es lento, llegando a establecerse bien después de un período de 40 días, cuando tiene buenas condiciones para su desarrollo puede llegar a un 100 % de cobertura a los 140 - 150 días (WADE y SANCHEZ, 1983).

Los resultados obtenidos para la característica velocidad crecimiento, está relacionado al tipo de cobertura vegetal, porcentaje de cobertura, el número de días a la siembra y las condiciones ambientales donde se desarrollan cada tipo de cobertura. Respecto a *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth "kudzú" podemos indicar, que esta especie es una enredadera,

donde la planta crece en forma agresiva y se extiende muy rápido por toda la parcela (WADE y SANCHEZ, 1983). Mientras que, en la especie “Maní forrajero” se puede considerar dos aspectos importantes, que hace de esta especie un cultivo idóneo para ser utilizado como cobertura por ayudar a conservar el suelo y por su capacidad de crecer en condiciones de sombra produciendo densa formación de estolones enraizados que protege el suelo de precipitaciones de gran intensidad (VELA *et al.*, 1992). En lo referente al *Centrosema macrocarpum* L., podemos señalar, que abastecen permanentemente de hojarasca y rápida crecimiento, con ello una disponibilidad de materia vegetal que permiten actuar como defensa contra la erosión de suelos; sin embargo como biomasa total, comparados con otras coberturas son mucho menores pues no pasan los 6 tn/ha (PUERTAS, 2009) y asociando con gramíneas se obtienen ganancias de peso de 225 kg/ha/año (AREVALO y SONCCO, 2002).

De resultados obtenidos para la característica materia seca, están también asociados al tipo y especie utilizando cobertura; así mismo, a las condiciones climáticas como la radiación solar, temperatura y precipitación, son los factores climáticos que más influyen en el crecimiento y desarrollo de las leguminosas tropicales (BALIGAR *et al.*, 2007). Estas especies producen grandes volúmenes de biomasa verde en corto tiempo, necesitan poco agua y tener un denso sistema de raíces (OCHOA Y OYARZUN, 2008). La producción de materia seca del “kudzu” obtenidos en el experimento de 46.60 g/m<sup>2</sup>, está relacionado a lo indicado por (WADE y SANCHEZ 1983), quienes encontraron en un rango de 5 y 6 t/ha/año. Mientras que la materia seca del “maní forrajero”

producida en el trabajo experimental se obtuvieron 16.94 46.60 g/m<sup>2</sup>, con estos resultados la producción de materia seca está relacionado a la producción de abundantes estolones y genera nuevas plantas en los nudos, lo cual favorecen una cobertura rápida del suelo y producción de materia seca (VELA *et al.*, 1992). Así mismo presenta buen desarrollo de materia seca en suelos franco arcillosos con contenidos de materia orgánica superiores al 3% (PIZARRO y RINCÓN, 1993). Mientras la producción de materia seca en la cobertura *Centrosema macrocarpum* L., está relacionada a los factores climáticos, tipo de suelos y a la asociación con gramíneas donde se incrementan la producción de la materia seca (AREVALO y SONCCO, 2002). Respecto al contenido de materia seca (VARGAS, 1989) obtuvo 0.49 t/ha/año y de cobertura 75.60%.

Respecto al contenido de arena, limo y arcilla por la aplicación de las coberturas vegetales, según el análisis de suelos de las propiedades físicas, produjeron efectos positivos, cuyos resultados son similares a lo señalado por (VARGAS 1989), quien menciona que las coberturas vivas como leguminosas (*Centrosoma macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth y *Arachis pintoi* L.) son muy útiles para la recuperación de las propiedades físicas del suelo; respecto a estas propiedades del suelo, se menciona que son importantes para describir la salud del suelo la actividad biológica del suelo, que está en función de las propiedades físicas (porosidad, capacidad retentiva de agua y estructura), donde los cultivos de cobertura mejoran significativamente la calidad del suelo a través del secuestro de carbono, además incrementan el contenido de materia orgánica en el suelo mejorando sus propiedades físicas (FAGERIA *et al.*, 2005; BALIGAR *et al.*, 2007).

Respecto al contenido de materia orgánica y pH, por el uso de las coberturas vegetales según el análisis de suelos nos indican que hubo incremento significativo en cuanto al contenido de materia orgánica y pH; estos resultados son corroborados por (VARGAS, 1989; SANCHEZ, 1992) quienes mencionan que, las leguminosas establecidas después de tres años, pueden hacer cambiar la textura del suelo, cambiando de pesada a media, y el pH de fuertemente ácido paso a medianamente ácido; siendo este factor el más degradante del suelo.

La materia orgánica está relacionada a la producción de la hojarasca, residuos vegetales y descomposición de las raíces de las coberturas y que la materia orgánica tiene mayor impacto sobre las propiedades químicas del suelo como es el pH, capacidad de intercambio catiónico, capacidad buffer y disponibilidad de nutrientes tal como lo indica (BALIGAR et al., 2007).

El contenido de nitrógeno por el uso de las coberturas vegetales según el análisis de suelos nos indican que hubo incremento significativo y positivo, estos resultados son corroborados respecto al uso de las leguminosas indicados por (FAGERIA *et al.*, 2005) quien menciona en el mejoramiento de la sustentabilidad agrícola es muy reconocido en el uso de cultivos de cobertura; además el mismo autor menciona que los beneficios de las leguminosas son atribuidos a la adición de nitrógeno al sistema, control de malezas y capacidad retentiva del agua en el suelo. Así mismo, se indica que las leguminosas por medio de simbiosis con bacterias pertenecientes al género *Rhizobium*, fijan el

nitrógeno atmosférico, mejorando la fertilidad y estabilidad del suelo. En algunos sistemas se almacena hasta 500 Kg/N/ha/año, de esta manera la utilización de leguminosas constituye una alternativa muy utilizada para disminuir aplicaciones de fertilizantes nitrogenados; disminuyendo significativamente los costos y la contaminación causada al ambiente (CARDENAS, 1992)

El contenido de fósforo por el uso de las coberturas vegetales según el análisis de suelos nos indican que hubo incremento significativo y positivo, estos resultados son corroborados por (VARGAS, 1989) al señalar que el fósforo pasó de bajo a normal y el potasio de bajo a medio. Los resultados obtenidos podría deberse a que en suelos donde hay mayor fijación de P, los compuestos orgánicos formados durante el proceso de descomposición puede incrementar la disponibilidad de P, bloqueando los sitios de adsorción y los complejos de aluminio en suelos ácidos; donde los suelos con cultivos de cobertura contienen mayor concentración de nutrientes. En Tarapoto, Perú dos años después de sembrado los cultivos de cobertura, el pH, porcentaje de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y el porcentaje de saturación de bases se incrementó significativamente (BALIGAR *et al.*, 2007).

El contenido de potasio, por el uso de las coberturas vegetales, según el análisis de suelos indican que hubo un incremento significativo y positivo; al respecto podemos mencionar que el kudzu es una planta que crece en forma agresiva y se extiende muy rápido por toda la parcela; se ha encontrado que en la Amazonía peruana, el kudzu no solo fija nitrógeno, sino

también aumenta el fósforo, potasio, magnesio y calcio en el suelo (WADE y SANCHEZ, 1983).

El contenido de calcio por el uso de las coberturas vegetales, según el análisis de suelos, nos indican que hubo incremento significativo y positivo; al respecto podemos mencionar que el kudzu es una planta que crece en forma agresiva y se extiende muy rápido por toda la parcela; se ha encontrado que en la Amazonía peruana, el kudzu no solo fija nitrógeno, sino también aumenta el fósforo, potasio, magnesio y calcio en el suelo (WADE Y SANCHEZ, 1983).

El contenido de magnesio por el uso de las coberturas vegetales, según el análisis de suelos, nos indican que hubo incremento significativo y positivo; al respecto podemos mencionar que el Kudzu es una planta que crece en forma agresiva y se extiende muy rápido por toda la parcela; se han encontrado que en la Amazonía peruana, el kudzu no solo fija nitrógeno, sino también aumenta el fósforo, potasio, magnesio y calcio en el suelo (WADE y SANCHEZ, 1983).

El contenido de aluminio por el uso de las coberturas vegetales según el análisis de suelos nos indican que hubo disminución significativa; al respecto es conocido que en condiciones de trópico, la sequía, altas temperaturas, alta concentración de  $Al^{+3}$  intercambiable, acidez del suelo y baja fertilidad son los factores principales que impiden la fijación de N; sin embargo al utilizar coberturas vegetales de leguminosas y gramíneas se han

incrementado el contenido de materia seca, y contenido de nitrógeno, estos resultados son corroborados por lo señalado por (BALIGAR *et al.*, 2007).

De acuerdo a las propiedades biológicas, han mostrado efectos positivos incrementando la materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y arena; disminuyendo el contenido de aluminio, limo e hidrógeno; ya que con estos resultados se tienden a regular los procesos microbiológicos y bioquímicos del suelo, los ciclos de carbono y de los nutrientes, la degradación de contaminantes orgánicos e inorgánicos que afectan las propiedades físicas y químicas del suelo, influenciando la dirección del cambio de la calidad del suelo, y con estos cambios se incrementan las actividades microbianas del suelo (Vargas y Valdivia, 2003). Los resultados obtenidos son parciales, siendo importante conocer, como van cambiando las poblaciones microbianas en el suelo, sobre todo cuando se tiene tanta variabilidad como, son los suelos del trópico y también con respecto a los diferentes manejos que se vienen dando a los suelos del trópico (TIAN y BADEJO, 2001).

## VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en presente trabajo de investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Para el porcentaje de coberturas a los 270 días, el “pasto chino” *Cynodon dactylon*, “kudzu” *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth y el “maní forrajero” *Arachis pintoii* L., mostraron un efecto positivo, con promedios de 95.67 %, 94.33 % y 93.33 %, comparado al *Centrocema macrocarpum* que presentó, bajo porcentaje de cobertura con 75.23%.
2. La cobertura vegetal “kudzu” *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth, presentó mejor comportamiento para la materia seca (46.60 g/m<sup>2</sup>) a los 270 días después de la siembra seguido del “Centrocema” *Centrocema macrocarpum* con 19.67 g/m<sup>2</sup>; y “Mani forrajero” *Arachis pintoii* L. con 16.93 g/m<sup>2</sup>.
3. Concerniente a la velocidad de crecimiento, a los 270 días se encontró que el “kudzu” *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth, presentó mejor velocidad de crecimiento en promedio con 8.17 cm, seguido del “maní forrajero” *Arachis pintoii* L., con promedio de 5.94 cm y el “pasto chino” *Cynodon dactylon* con 3.91 cm; mientras que el *Centrocema*

*macrocarpum*; presentó una velocidad de crecimiento lento con 3.27 centímetros.

4. Las coberturas vegetales utilizadas para la recuperación de suelos degradados bajo la instalación de sistemas agroforestales del género *Heliconia*, presentaron efectos positivos significativos en las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Incrementándose, en promedios: el contenido de las partículas de arena, limo y arcilla; pH de extremadamente ácido pasó a fuertemente ácido, materia orgánica de medio pasó a alto o rico, nitrógeno de medio pasó a alto, fósforo se mantuvo inmerso al rango de bajo; potasio de muy bajo pasó a normal, calcio y magnesio de bajo paso a medio; comparado al aluminio e hidrogeno quienes mostró una disminución pasando de bajo a pobre.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar otros trabajos experimentos similares a fin de poder conocer, como van variando las poblaciones microbianas en el suelo sobre todo cuando se tiene tanta variabilidad, como son los suelos del trópico y también con respecto a los diferentes manejos que se vienen dando en éstos suelos.
2. Utilizar otras coberturas vegetales de especies leguminosas a fin presentar otras opciones como cultivo de cobertura en diversos sistemas de explotación agrícola, pecuaria y forestal.
3. Es necesario incentivar el uso de coberturas vegetales, para ello se deben superar limitaciones tales como, la falta de semilla y/o falta de conocimiento por parte de los agricultores; en forma integral que permita desarrollar mejores técnicas de uso y manejo. Para ello es necesario la conformación de equipos interdisciplinarios de investigadores que junto al agricultor puedan desarrollar sistemas de cultivos y compararlos con lotes antiguos, en el manejo de aplicación inmediata.

## VIII. ABSTRACT

The present study includes the evaluation of live coverage in soil remediation, conducted during the months of January - September 2011, at the Center for Research and Production Schedule Tulumayo Divisoria and Puerto Súngaro (CIPTALD) of Universidad Nacional Agraria de la Selva located in the district José Crespo y Castillo province Leoncio Prado, Huanuco department: aimed to evaluate the effect of four living mulches on soil remediation under agroforestry installing the genus *Heliconia* - CIPTALD - Tulumayo. Block design (T4) treatment was used completely randomized design with 3 replicates, the treatments being *pintoi Arachis L.* (T1), *centrocema macrocarpum* (T2), *Pueraria phaseoloides (Roxb) Benth* (T3), *gramínia sp.* And witness (To) hole. Coverage variables, growth rate, dry matter and physical, chemical and biological soil properties were evaluated. Regarding the percentage of coverage, the *gramínia sp.*, *Pueraria phaseoloides (Roxb) Benth* and *L. A. pintoi* showed better performance with averages of 95.67%, 94.33% and 93.33% compared to 75.23% *centrocema presented macrocarpum* coverage. For the growth rate and dry matter *Pueraria phaseoloides (Roxb) Benth*, coverage showed better performance compared to the other toppings evaluated. In this sense, living hedges used, showed significant increases compared to the physical, chemical and biological properties of soil; increase in average: the content of the particles of sand, silt and clay; extremely acid pH

became strongly acidic, organic matter high or medium became rich, nitrogen half went to high phosphorus remained immersed in low range; potassium became very low normal calcium and magnesium lowpass medium; aluminum and hydrogen compared to those who showed a decrease going from low to poor. Finally, live coverage provide benefits for growing heliconias.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALTIERI, M. 1999. Agroecología: Bases Teóricas para una Agricultura Sustentable. CLADES, Lima Perú, 512p.
- AREVALO, L., SONCCO, C. 2002. Manual de laboratorio para análisis físicoquímico de suelos. ICRAF. Lima, Perú. 56 p.
- BALIGAR, VC. Y FAGERIA, 2007. Agronomy and physiology of tropical cover crops. Journal of Plan Nutrition 30:1287-1339. 45 p.
- BLANCHART E; VILLENAVE, C; VIALLATOUX, A; BARTHES, B; GIRARDIN, C; AZONTONDE, A. & FELLER C. 2006. Long-term effect of a legume cover crop (*Mucuna pruriens var utilis*) on the communities of soil macrofauna, and nematofauna, under maize cultivation, in southern in Benin. European Journal of Soil Biology 42:136-144. 29 p.
- BERNAL, J. 1991. Pastos y forrajes tropicales; producción y manejo. 2° Ed. 543 p.
- BUNCH, 2004. Adopción de abonos verdes y cultivos de cobertura. Rehabilitación de tierras degradadas. LEISA 19(4):11-13
- CALEGARI, A. 1992. Guia de legumonasas de vearo para adubacao verde. IAPAR. Londrina, Brasil.

- CÁRDENAS, E. 1992. Introducción al establecimiento y producción de pasturas tropicales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Zootecnia. Tingo María, Perú 123 p.
- CERVANTES, C. 1993. Informe anual. Proyecto de balance de nutrientes. Programa Regional de Reforzamiento Investigación en Granos y Semillas (PRIAG), IICA- CORECA-CEE. 89 p.
- CEVEDO, G. J. 1961. Problemas de la producción de alfalfa en Venezuela. Caracas, Consejo de Bienestar Rural, 1961. (Seminario de Forrajes de las 1as. Jornadas Agronómicas, Maracay). 243 p.
- CROWDER, L. V. C. 1967. La alfalfa. Un estudio en América Tropical. La Hacienda 62: 35-42 p.
- DICK RP; YAMOHA, C; DIACK, M. y BADIANE, AN. 2001. Soil microorganism and soil fertility. In: Dick, WA; Hatfield, JL, editors. Sustaining soil fertility in West Africa. SSSA special publication 58. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA, 23-44 p.
- DRINKWATER, LE, WAGONER, P. y SARRANTONIO, M. 1998. Legume based cropping systems have reduced carbón and nitrogen losses. Nature 396:262- 265 p.
- FAGERIA NK; BALIGAR, VC. Y BAYLEY, BA 2005. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity. Communications in soil science and Plant Analysis 36:2733-2757.

- FASSBENDER, HW. 1993. Química del Suelo. Ed. Turrialba. Costa Rica.
- FISHER, MJ y CRUZ, P. 1995. Algunos aspectos de la eco fisiología de (*Arachis pintoi* L.). En Biología y Agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Cap. 5: 56-75
- FERGUSON, J. 1995. Biología de la Semilla y sistema de producción de semillas para (*Arachis pintoi* L.). En Biología y Agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Cap.11:131-143.
- GLIESSMAN, SR. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Impresión Litocat, Turrialba, Costa Rica, 359p.
- KERRIDGE, C. 1995. Biología y Agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Edit. CIAT. Cali, Colombia. 227 p.
- LÓPEZ, F; GÓMEZ, R; HARVEY, C; LÓPEZ, M. y SINCLAIR, F. 2007. Toma de decisiones de productores ganaderos sobre el manejo de los árboles en potreros en Matiguás, Nicaragua. Agroforestería de las Américas 45:93-100
- OCHOA M & OYARZUN, P. 2008. Los cultivos de cobertura lo hacen todo. Leisa 24(2):24-26.
- ODHAIAMBO, JJO: BOMKE, A. A. 2001. Grass and legume cover cop effects on dry matter and nitrogen accumulation. Agronomy Journal 93:299-307

- PASCALÉ, A. J. 1967. Report on lucerne adaptation and production in Latin America. Organización Meteorológica Mundial. 4ta. Reunión. Manila.
- PINGALI, P; BIGOT, Y; BINSWANGER, HP. 1987. Agricultural Mechanization and the Evolution of Farming Systems in Sub- Saharan Africa. John Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- PUERTAS RAMOS F. VOLKER. 2009. Índices de calidad del Suelo y Parámetros de Crecimiento de Cultivos de Cobertura en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L). Tesis Doctorado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú 175 p
- SÁNCHEZ E., J. A. 1992. Recuperación de terrenos degradados por el cultivo de coca (*Erythroxylon coca*) en Tingo María con aplicación de abonos verdes, compost y dolomita. Tesis para optar el Grado de Magíster Scientiae - U.N.A.L.M. Lima, Perú.
- STANFORD, E. H. 1954. Alfalfa production in California. California Agric. Sta. Ext. Ser. Circular 442.
- SHANKS, LW; MOORE, DE.y SANDERS, CE. 1998. Soil erosion. In:Ingels, CA; Bugg, RL; MCGOURTY, GT; CHRISTENSEN, LP. Editors. Cover cropping in vinyards a grower's handbook. University of California. Division of Agricultural and Natural Resource Publication 3338, p 80-85.
- SCHULTZE, KRAFT, R 1991. La colección de forrajeras tropicales del CIAT. 3 Catálogo de Germoplasma de Centroamérica, México y el Caribe. Documento de Trabajo N'90, CIAT, Cali, Colombia. 269 p.

IAN G y BADEJO, M A. 2001. Soil fauna and soil fauna and soil fertility. In Dick, WA; Hatfield, JL, editors. Sustaining soil fertility in West Africa SSSA special publication 58. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA, p 45-67

VARGAS, Y; VALDIVIA, L, ANTEPARRA, M. 2003. Evaluación de leguminosas mejoradoras de las condiciones de suelos degradados. Trabajo de Investigación- UNAS. Tingo María.

VARGAS C., V. 1989. Influencia de las coberturas vivas en el vigor de la planta de achiote *Bixa orellana* L. Sembradas en laderas de baja capacidad productiva. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo – U.N.A.S. Tingo María, Perú.

VELA *et al.*, 1992. Tecnologías disponibles sobre manejo de pastos y forrajes tropicales. Proyecto de Suelos Tropicales del INIAA. Lima, Perú. 166 p.

YANGGEN, D; ALEGRE, J. 1998 Revista Agroforesteria En Las Américas 27.ED 27

WADE, M; SANCHEZ PA. 1983. Mulchig and green manure applications for continuous crop production in the Amazon basin. *Agronomy Journal* 75, 39, 45.

En línea: [<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3658E/A3658E.PDF>]

## **X. ANEXO**



Cuadro 17. Análisis final de las propiedades físico químico de suelo, de las parcelas experimentales

Número de Muestra		TRATA	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CO <sub>2</sub> Ca	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CAMBIABLES me/100 g								%	%
Laborat.	Campo	MIENTO S	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	1:1	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bas.Camb	Ac.Camb	
BI T1	M1	Grass	29	25	45.0	Franco	5.2		4.4	0.20	5.40	1686	2.40	0.40			2.80	0.40	6.00	46.67	53.33	
BII T1	M2	Grass	39	21	39.0	Franco	4.6		4.1	0.18	7.20	597	1.80	0.30			2.60	0.80	5.50	38.18	61.82	
BIII T1	M3	Grass	31	23	45.0	Franco	5.0		4.6	0.21	7.50	498	2.10	0.40			2.20	0.40	5.10	49.02	50.98	
BI T2	M4	Kudzu	39	25	35.0	Franco	4.8		4.9	0.22	15.30	707	2.60	0.60			2.40	0.80	6.40	50.00	50.00	
BII T2	M5	Kudzu	35	21	43.0	Franco	4.6		4.7	0.21	18.40	296	1.80	0.40			3.00	1.40	6.60	33.33	66.67	
BIII T2	M6	Kudzu	43	17	39.0	Franco	5.1		4.1	0.18	17.00	1416	3.80	0.30			2.90	0.90	7.90	51.90	48.10	
BI T3	M7	Centros	35	19	45.0	Franco	4.9		4.8	0.22	13.00	283	1.70	0.20			3.10	1.30	6.30	30.16	69.84	
BII T3	M8	Centros	29	25	45.0	Franco	4.7		4.5	0.20	10.00	668	1.40	0.40			3.00	1.50	6.30	28.57	71.43	
BIII T3	M9	Centros	37	19	43.0	Franco	4.7		4.7	0.21	12.70	471	1.60	0.30			3.20	1.60	6.70	28.36	71.64	
BI T4	M10	Mani F.	39	21	39.0	Franco	4.7		4.7	0.21	11.00	284	1.80	0.50			3.00	1.20	6.50	35.38	64.62	
BII T4	M11	Mani F.	27	25	47.0	Franco	4.6		4.3	0.19	11.80	721	1.20	0.40			3.10	1.30	6.00	26.67	73.33	
BIII T4	M12	Mani F.	45	17	37.0	Franco	4.7		5.0	0.23	8.00	789	1.80	0.20			2.80	0.80	5.60	35.71	64.29	

Para: % Bases Cambiables= Ca+Mg+K+Na/CICt X 100  
 Para: % Acides Cambiables= Al+H/CICe X 100  
 Observaciones : Muestras proporcionadas por el interesado

Fecha; Tingo María, 28 de Setiembre del 2011

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

## Panel fotográfico



Figura 15. Siembra de las coberturas en el campo experimental



Figura 16. Germinación de las semillas de las coberturas en el campo experimental



Figura 17. Cobertura (T1) “Maní forrajero”



Figura 18. Cobertura (T2) “Centrocema”



Figura 19. Cobertura (T3) "Kudzu"



Figura 20. Cobertura (T4) "Pasto chino"



Figura 21. Evaluación de la cobertura (T1) “Maní forrajero”



Figura 22. Evaluación de la cobertura (T2) “Centrocema”