

**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
PROGRAMA: ING. AGROFORESTAL**



TESIS DE GRADO

COMPARACIÓN DE SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA DE LA MUCUNA
NEGRA (*Mucuna aterrima*) EN LA RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS
DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA
AMAZONIA (CINTA) ACBN-UAP

Tesis de grado presentado para optar el título de:
Licenciatura en Ingeniería Agroforestal

Presentado por:

UNIV. ALAN DIEZ SARAIVIA

Asesor:

Ing. Griseldo Carpio Tancara

COBIJA – PANDO – BOLIVIA

2016

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Dr. Benjamín Oliveira Carrillo
TRIBUNAL

Ing. David Gómez Roca
TRIBUNAL

Ing. Mary Jesús Añez
TRIBUNAL

Ing. Griseldo Carpio Tancara
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres Wilfredo Diez C. Y Mireya Saravia de Diez por su preocupación y apoyo fundamental durante los cinco años de mi carrera. Quienes con mucho sacrificio han logrado hacerme estudiar y formarme profesional.

A mis hermanos (a) Boris, Haldor, Dagner, y especialmente a mi sobrino Nelson Guillermo. Que sin su estimulación y apoyo permanente no hubiese logrado este propósito

Mi más grandes agradecimiento a todas las personas que estuvieron en todo momento brindándome su colaboración. Amigos, familiares y compañeros. Y sobre todo a mi creador por todas sus bendiciones en el transcurso de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al supremo creador nuestro señor Jesucristo por que no existen palabras para poder agradecerte todas las bendiciones que he recibido de ti, durante todo este tiempo de formación de mi carrera, por estar con migo en cada momento dándome fortaleza para no desistir del camino. Y por hacerme saber que tu estas por encima de toda ciencia, que no soy nada sin ti. Gracias señor por hacerme entender que todo esfuerzo tiene su recompensa al final.

También quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a mi asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara, quien me brindó su apoyo y conocimiento para cumplir con mi meta, y sobre todo agradecerle su constante disposición brindada hacia mi persona.

Así mismo agradezco a los miembros del tribunal: Ing. David Gómez Roca, Ing. Mary Jesús Añez, Dr. Benjamín Oliveira Carrillo, por sus valiosas sugerencias en la revisión de la tesis.

A la Directora del Área de Ciencias Biológicas y Naturales Lic. Nancy Acuña Álvarez por el apoyo incondicional brindado hacia mi persona.

A mis compañeros de curso por con los que compartí muchos momentos inolvidables y por el apoyo continuo de cada uno de ellos hacia mi persona.

A todos los docentes que formaron parte de mi formación con su enseñanza diaria, a mis familiares y amigos que contribuyeron de forma desinteresada con mi formación profesional.

A la Universidad Amazónica de Pando (UAP), por ser una institución que cuenta con todas las infraestructura adecuada y catedráticos especializados para nuestra formación profesional.

RESUMEN

La presente investigación titulada, Comparación de seis densidades de siembra de Mucuna Negra (*Mucuna aterrima*) en la recuperación de áreas degradadas del centro de investigación de nuevas tecnologías para la amazonia (cinta) acbn-uap, realizado entre el 16 de noviembre y el 20 de mayo del 2015.

Dicha investigación tuvo los siguientes objetivos específicos: a) Describir el comportamiento agronómico de la mucuna negra en las condiciones agroecológicas del Municipio de Porvenir. b) Evaluar la producción de biomasa (materia verde, materia seca) en las diferentes densidades de siembra. c) Determinar el aporte en la mejora de las características físico químicas del suelo en cada densidad de siembra.

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonia (CINTA), dependiente del Área de Ciencias Biológicas y Naturales (ACBN) de la Universidad Amazónica de Pando (UAP); ubicado en el departamento de Pando, provincia Nicolás Suarez, sección primera, cantón campo Ana, aproximadamente a unos 25 kilómetros de la ciudad de Cobija.

El material vegetal que se utilizó fue el género mucuna aterrima traída de la ciudad de Santa Cruz, semillas certificadas SEMILLA DEL ORIENTE S.R.L.

La metodología empleada fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Los resultados de la siguiente investigación nos demuestran que la aplicación de la mucuna negra en la recuperación de suelos degradados es positiva, mostrando un aumento significativo del nitrógeno y del pH, y así cumpliendo con las expectativas en el aporte de materia verde y materia seca.

Entonces es recomendable la utilización de la mucuna negra para la recuperación de los suelos degradados, ya que es alternativa muy buena para los productores de nuestro departamento.

ABSTRACT

The present research titled, Comparison of six planting densities to Mucuna Negra (*Mucuna aterrima*) in the recovery of degraded areas of Centro de Prácticas de Nuevas Tecnologías (CINTA) ACBN-UAP, held between November 16 and May 20, 2015.

Such research had the following specific objectives: a) Describe the agronomic performance of Mucuna Negra in agro-ecological conditions of the municipality of Porvenir. b) Evaluate the production of biomass (green matter, dry matter) at different densities. c) Determine the contribution to the improvement of the physical and chemical characteristics in the soil in each planting density.

The research was conducted at the Research Center of New Technologies for the Amazon (CINTA) under the Department of Biological and Natural Sciences (ACBN) of the Amazon University of Pando (UAP); located in the department of Pando, Province Nicolas Suarez, first section, Campo Ana canton, approximately 25 kilometers from the city of Cobija.

The plant material used was the genus *Mucuna aterrima* brought from the city of Santa Cruz, certified seed for SEED OF EAST S.R.L.

The methodology used was randomized block with four replications. The results of this research show us that the application of the Mucuna Negra in the recovery of degraded soils is positive, showing a significant increase in nitrogen and pH, and thus fulfilling the expectations in providing green and dry matter.

Then it is advisable to use Mucuna Negra for the recovery of degraded soils in Pando Bolivia, a very good alternative for farmers in our department.

INDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vi
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	xi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general	3
2.1. Objetivos especificos	3
3. HIPÓTESIS.....	3
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
4.1. Origen	4
4.2. Importancia de las leguminosas como abonos verdes.....	4
4.3. Ventajas que nos ofrecen los abonos verdes	6
4.4. Potencial alelopático de la mucuna negra.....	7
4.5. Clasificación Taxonómica	7
4.6. Características Botánicas	8
4.7. Genero	8

4.8. Variedades	9
4.9. Requerimientos ecológicos	10
4.10. Técnicas de producción	10
4.10.1. Preparación del terreno.....	10
4.10.2. Siembra.....	11
4.10.3. Labores culturales.....	11
4.10.4. Plagas y enfermedades	11
4.10.5. Cosecha	12
4.10.6. Comparación de diferentes estudios en el aporte de	12
Materia verde y materia seca y la incorporación de nitrógeno al suelo.....	12
4.10.7. Aporte de nutrientes y mejora de las características del suelo.....	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
5.1. Ubicación	14
5.2. MATERIALES.....	15
5.2.1. Material vegetal.....	15
5.2.2. Equipos, herramientas e instrumentos.....	15
6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	16
6.1. Preparación del terreno.....	16
6.2. Análisis de suelo (post-siembra)	16
6.3. Siembra.....	17
6.4. Germinación.....	18
6.5. Aporque	18
6.6. Control de malezas	19
6.7. Análisis de suelo	20
7. MÉTODOS EMPLEADOS EN LA TOMA DE DATOS.....	20
7.1. Emergencia de la planta	20

7.2. Días de la floración	21
7.3. Rendimiento de materia verde en kg/ha	22
7.4. Rendimiento de materia seca en kg/ha.....	22
8. DISEÑO EXPERIMENTAL	24
9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	25
10. RESULTADOS	26
10.1. Condiciones climáticas.....	26
10.2. Días a la emergencia	28
10.3. Días a la floración	30
10.4. Rendimiento de materia verde en kg/4m ²	32
10.5. Rendimiento de la materia seca en kg/4m ²	35
10.6. Aporte del Nitrógeno	37
10.7. Interpretación del resultado del análisis físico químico del suelo.....	39
10.7.1. Aporte de otros nutrientes.....	40
11. DISCUSIÓN.....	42
11.1. Condiciones climáticas.....	42
11.2. Periodo de emergencia.....	43
11.3. Periodo de floración	44
11.4. Efectos de los tratamientos en el aporte de materia verde, materia seca y el aporte de Nitrógeno.....	45
11.5. Efecto en el aporte de nutrientes	45
12. CONCLUSIONES.....	47
13. RECOMENDACIONES	48
14. BIBLIOGRAFÍA.....	49
15. ANEXOS	53

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro Nº 1 Densidad de siembra por tratamientos.....	17
Cuadro Nº 2 Registro de temperatura y precipitación pluvial.....	26
Cuadro Nº 3 Porcentaje de Numero de plantas Emergidas por Tratamiento...	29
Cuadro Nº 4 Días a la floración.....	30
Cuadro Nº 5 Análisis de varianza para el día de la floración.....	31
Cuadro Nº 6 Prueba de Duncan para el porcentaje de floración.....	31
Cuadro Nº 7 Rendimiento de la materia verde por tratamientos (kg).....	32
Cuadro Nº 8 Análisis de varianza Corte y pesaje de la materia verde.....	33
Cuadro Nº 9 Resultados de la prueba de Duncan para rendimiento en materia verde.....	34
Cuadro Nº 10 Rendimiento de la materia seca por tratamientos (kg) (72 horas de secado en estufa).....	35
Cuadro Nº 11 Análisis de varianza en la produccion de la materia seca.....	36
Cuadro Nº 12 Aporte de nitrógeno (N) por tratamiento.....	37
Cuadro Nº 13 Interpretación de los resultados físicos químicos del suelo....	39
Cuadro Nº 14 Aporte de nutrientes esenciales.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 1 Promedio de temperaturas, durante el periodo del estudio.....	27
Gráfico N° 2 Precipitación pluvial, registrada durante los meses de estudio...	28
Gráfico N° 3 Promedio del Número de plantas Emergidas por Tratamiento....	30
Gráfico N° 4 Porcentaje de la floración por tratamientos.....	32
Gráfico N° 5 Rendimientos de la materia verde por tratamiento (kg/4m ²).....	34
Gráfico N° 6 Rendimiento de la materia seca por tratamientos en (kg/4m ²)...	36
Gráfico N° 7 Aporte de nitrógeno de acuerdo a cada tratamiento.....	38
Gráfico N° 8 Mejora del pH por tratamientos (diferentes densidades de siembras).....	40
Gráfico N° 9 Rendimientos de los elementos esenciales que aporta la mucuna al suelo para el beneficio de las plantas.....	41

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía N° 1 Ubicación de la parcela de investigación.....	14
Fotografía N° 2 preparación del terreno.....	16
Fotografía N° 3 Siembra forma manual.....	17
Fotografía N° 4 Germinación.....	18
Fotografía N° 5 Labores culturales (Aporque).....	19
Fotografía N° 6 Labores culturales (Carpido).....	19
Fotografía N° 7 Toma de muestra de suelo.....	20
Fotografía N° 8 Germinación de la mucuna (4 a 9 días).....	21
Fotografía N° 9 Florescencia de la Mucuna.....	21
Fotografía N° 10 Pesaje de la materia verde (kg).....	22
Fotografía N° 11 secado de la materia verde en estufas.....	23

1. INTRODUCCIÓN

La Mucuna Negra (*Mucuna aterrima*) o frijol terciopelo es un cultivo nativo de la india del Suroeste asiático, sin embargo, actualmente se encuentra con una distribución amplia en el trópico. Es una planta muy usada para la recuperación de suelos degradados (controla malezas y abona el suelo). Es un cultivo de cobertura vegetal, que sirve como abono verde, lo cual aporta materia orgánica y nitrógeno (N) al suelo. La Mucuna puede aportar alrededor de 150 kg de nitrógeno por hectárea al suelo, adicionando de 10 a 15 toneladas de materia verde al suelo por año. Lo que significa un incremento notable de la producción del cultivo. Este cultivo se puede sembrar solo como abono verde, o se puede intercalar con otros cultivos tales como el maíz o el sorgo, lo cual primero se siembra el cultivo principal y luego de 30 o 45 días se siembra el cultivo de cobertura que produce compuestos nematicidas y puede reducir las poblaciones de nematodos en rotación con otros cultivos. Este cultivo cuenta con efectos alelopáticos que suprime el crecimiento de malezas, para evitar las competencias entre el cultivo principal. También se puede pastorear el ganado en campos que están cultivados con frijol terciopelo cuando las vainas estén maduras porque luego del ciclo del cultivo los bejucos también pueden usarse como alimento para el ganado en forma de heno o ensilaje de alto contenido proteínico. En la india todas las partes de la planta tienen uso en más de 200 preparaciones medicinales indígenas. Las semillas contienen hasta un 7% de L-Dopa, que se usa para prevenir el mal de Parkinson. En la medicina ayurvedica, se recomienda el frijol terciopelo como un afrodisiaco, y estudios han demostrado que este uso resulta en un aumento en los niveles de testosterona, mayor masa y fuerza muscular, y mejora la lucidez mental y la coordinación. (Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2011. Mucuna. Proyecto de hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico.)

Entre las diversas alternativas para la recuperación de áreas degradadas se destaca el uso de las coberturas vivas o abonos verdes. Los mismos además de proteger el suelo, incorporan altas cantidades de materia orgánica y especialmente de nitrógeno que puede variar entre 150 y 300 kg/ha. Al emplear el término de abonos verdes como incorporadores de nitrógeno al suelo, nos referimos a la familia de las Leguminosas (Fabaceae), las cuales tienen la capacidad de capturar nitrógeno atmosférico mediante unas estructuras localizadas en el sistema radicular llamados nódulos. Uno de las especies más empleadas como abono verde en muchos países, principalmente el género *Stizolobium* presenta varias especies que por su porte y fenología pueden ser aprovechados para una amplia gama de cultivos.(Hernández y Solís, 1997; Flores, 1996).

Con la práctica de abono verde es posible recuperar la fertilidad del suelo, proporcionando aumento del contenido de materia orgánica, de la capacidad de intercambio catiónico y de la disponibilidad de macro y micronutrientes; así mejorandola infiltración de agua y aeración del suelo; disminución de las altas temperaturas; control de nematodos, y aporte nitrógeno al suelo, esto efectuado a través de la fijación biológica (Igue, 1984).

Los abonos verdes son muy utilizados en la Agricultura de Conservación es (A.C), la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios técnicos cruciales: no alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente); cobertura permanente del suelo; especialmente con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura; selección juiciosa para las rotaciones de los cultivos y cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria. Estos sistemas muestran que cuando la calidad del suelo mejora, aumenta la producción agrícola y disminuye la erosión del suelo. CIDICCO, Cornell. (1997).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar seis densidades de siembra de Mucuna Negra (*Mucuna aterrima*) en la recuperación de áreas degradadas del Municipio de Porvenir.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el comportamiento agronómico de la mucuna negra en las condiciones agroecológicas del Municipio de Porvenir.
- Evaluar la producción de biomasa (materia verde, materia seca) en las diferentes densidades de siembra.
- Determinar el aporte en la mejora de las características físico químicas del suelo en cada densidad de siembra.

3. Hipótesis

Ha = La producción de biomasa y el aporte en la mejora de las características del suelo está determinada por la densidad de plantas por unidad de superficie.

Ho = La densidad de plantas por unidad de superficie no influye en la producción de biomasa y aporte a la mejora de las características del suelo.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Origen

La mucuna (*mucuna aterrima*), es una leguminosa originaria de la india, pero han sido ampliamente difundidas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, esto debido a su facilidad de adaptación en diferentes tipos de suelos. (Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2011. *Mucuna*. Proyecto de hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico.)

4.2. Importancia de las leguminosas como abonos verdes

El uso de los abonos verdes o cultivos de cobertura, es una alternativa de la agricultura orgánica, que es viable y económica para aportar nutrientes, carbono orgánico y mejorar las propiedades de los suelos. Esta es una práctica agronómica importante que utilizan las plantas (especialmente las leguminosas) como abono, sucesión y alternancia de cultivos. (SAGARPA, 2014).

El concepto clásico de abono verde consiste en la práctica de incorporar al suelo una masa vegetal no descompuesta de plantas cultivadas con el fin de aumentar la materia orgánica y aumentar nutrientes para un cultivo principal o subsiguiente (Brandjes et al,; 1989)

La importancia del abono verde es la utilización de cualquier planta en rotación, sucesión o asociación con los cultivos, incorporándolas al suelo o dejándolas en la superficie como cobertura, con el objeto de mantener y mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo. (Piamonte, 1997).

Características que debe reunir una especie para ser utilizada como abono verde

No cualquier especie vegetal se adapta satisfactoriamente a ser utilizada como abono verde, estas deben satisfacer algunas características como por ejemplo.

- Deben desarrollarse como cosecha secundaria entre las cosechas principales.
- Deben crecer satisfactoriamente en suelos pobres.
- Deben producir gran volumen de masa verde.
- Deben consumir la mínima cantidad de agua posible.
- Deben tener un ciclo de crecimiento rápido.
- Deben poseer un sistema radicular extenso y penetrante con el cual explore la mayor extensión posible, sobre todo en profundidad.

El manejo racional de los abonos verdes, se puede convertir en un valioso aliado para:

- Evitar pérdidas de nutrientes por lixiviación
- Controlar la erosión
- Mantener o adicionar materia orgánica al suelo.

En general los abonos verdes de leguminosas superan ampliamente a los de gramíneas, en lo que atañe a su efecto en los rendimientos del cultivo siguiente, y el grado de residualidad dependerá de:

- Cantidad del material enterrado
- Calidad del material enterrado
- Condiciones del suelo
- Factores climáticos.

Los abonos verdes de gramíneas superan a los de leguminosas en cuanto a la cantidad de material verde producido para enterrar. Las experiencias indican que los abonos verdes son útiles para aumentar la cantidad de N disponible y, a lo sumo, mantener los contenidos de materia orgánica.(CIAT. 2002)

4.3. Ventajas que nos ofrecen los abonos verdes

- Aporte de materia orgánica fresca al suelo
- La fijación de nitrógeno atmosférico, gracias a su asociación simbiótica con rizobios del suelo.
- El incremento de la diversidad de macro y microorganismos edáficos, mejorado el ciclaje de la materia orgánica fresca.
- La reducción de pérdidas superficiales causadas por los procesos erosivos, sobre todo en suelos con pendientes; debido a su efecto de interceptación de las gotas de lluvias y al amarre mecánico de los agregados del suelo por su acción radical.
- El control de adventicias, debido a su efecto inicial de competencia y a su efecto alelopático sobre otras especies.
- El mejoramiento de algunas propiedades físicas del suelo como la retención de humedad, la porosidad y la estabilidad estructural.(CIAT. 2002)

4.4. Potencial alelopático de la Mucuna Negra

Es necesario descubrir un producto natural que combata estas amenazas en que el futuro pueda minimizar o evitar el uso de agro tóxicos, es por eso los efectos alelopáticos de la planta de la mucuna que ha llamado la atención a los investigadores(BHADORIA, 2010).

La alelopatía es toda interferencia que ocurre entre la planta y otros micro-organismos, provocados por la liberación de sustancias químicas elaboradas por la planta a través de sus tejidos vivos o muertos, causando efectos benéficos o perjudiciales (ALMEIDA, 1988).

Las plantas espontaneas son percibidas como indeseables y perjudiciales en la agricultura, pues compiten con los recursos limitados, reduciendo los elementos de la zafra y por consecuencia demandan grandes cantidades de trabajos humano y tecnología para su manejo, los herbicidas son métodos predominantes para el manejo de plantas espontaneas y constituyen una creciente en los costos de las cultivos agrícolas. Esta es una alternativa que busca la reducción de costos y también la reducción de impacto ambiental causados por la utilización de herbicidas. (TOKURA & NÓBREGA, 2006).

4.5. Clasificación Taxonómica

Reino: plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Género: Mucuna

Especie: *M. aterrima*

(FAO, 2008) y (Tropical Forrajes, 2008).

4.6. Características Botánicas

La *M. aterrima* es una planta trepadora vigorosa con tallos de hasta (18 m) de largo, aunque existen también variedades de bejuco corto.

Hojas: hojas son trifoliadas, con hojuelas de 12 de ancho y de 7 a 15 cm de largo.

Flores: Las flores blancas o púrpuras son autofecundadas y se encuentran en racimos axilares de hasta 32 cm de largo.

Fruto: Las vainas se producen en grupos de 10 a 14, miden de 1 a 2 cm de ancho y de 4 a 13 cm de largo, y están cubiertas con finos pelos de color blanco o marrón claro. Cada vaina contiene de 3 a 7 semillas, que son de 0.8 a 1.3 cm de ancho y de 1 a 1.9 cm de largo.

Semilla: Las semillas pueden ser negras, blancas, rojizas, marrones o moteadas, y tienen un hilo blanco levantado. (Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2011 Mucuna. Proyecto de hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico.)

4.7. Genero

Las semillas del género *Mucuna* son leguminosas ampliamente distribuidas en Asia, Centroamérica y África, entre los principales países productores se encuentra la India, Nigeria, Guinea y México.

Cerca de 100 especies de *Mucuna* han sido encontradas en los trópicos y subtrópicos en ambos hemisferios. Se han caracterizado 13 en Indochina, Malasia y Tailandia. Entre estas se encuentran la *Mucuna pruriens*, *Mucuna nívea*, *Mucuna hassjoo*, *Mucuna aterrima* Holl. *Mucuna utilis* Wall. Y *Mucuna deeringiana* Merr. (Echeverri y Rodríguez, 1999).

4.8. Variedades

Hay muchas variedades en uso por los agricultores en varios países tropicales. En Puerto Rico se han ensayado varias selecciones y se recomiendan las siguientes:

4.8.1. Arbusto

Esta variedad tiene bejucos cortos de aproximadamente 6 pies (1,8 m) de largo, y es determinada, lo que significa que deja de crecer cuando florece a los 55-60 días después de la siembra. Debido a esta característica, se presta para la siembra como cultivo de cobertura entre plantas de plátano y guineo o entre árboles frutales. Las flores son de color púrpura y las semillas son moteadas, de color café y crema.

4.8.2. Bejuco (90 Días)

Aunque esta variedad es indeterminada y sigue su crecimiento vegetativo después que florece a los 75-80 días después de la siembra, los bejucos se quedan relativamente cortos, 1.8 a 4.6 m debido a su madurez temprana (alrededor de los 130 días). Es más vigorosa que 'Arbusto', lo que la hace menos apropiada para la siembra intercalada con otros cultivos, pero se puede sembrar sola como un estiércol verde. También se presta para la siembra como forraje o ensilaje en asociación con el maíz, lo que aumenta el contenido de proteína y el rendimiento sobre el maíz solo. Las flores son de color púrpura y las semillas son moteadas.

4.8.3. Tropical

Una variedad indeterminada, de bejuco largo, que se presta para la siembra en monocultivo como estiércol verde. La florescencia comienza a los 90 días y las semillas son de color crema y negras. (Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2011 Mucuna. Proyecto de hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico.

4.9. Requerimientos ecológicos

Temperatura: tolera temperaturas desde 18 a 27°C es una planta que se adapta a las altas temperaturas

Humedad: tolera una humedad Mediana

Precipitación: 800 – 3.500 mm/año. No tolera sequías prolongadas, ni inundaciones, pero requiere humedad constante.

Altitud: 0 – 1.600 m.s.n.m.

Suelo: Se desarrolla bien en todo tipo de suelos, incluyendo suelos ácidos. Tiene mejor comportamiento en suelos franco arenoso y franco arcilloso limoso.

pH: con un pH entre 5,0 – 8.

(SEFO-SAM Cartilla comportamiento agronómico de la mucuna ceniza y mucuna negra).

4.10. Técnicas de producción

4.10.1. Preparación del terreno

Generalmente se prepara el terreno en las zonas de barbechos donde el suelo está cansado y se le puede realizar un rastreo (arado con tractor), la forma dependerá de la superficie y los medios con los que pueda contar el productor. (Kahnt Gunter, 1982 abonos verdes).

4.10.2. Siembra

Época de Siembra: La Mucuna se puede sembrar en invierno durante abril y mayo. En verano en octubre y enero. (SEFO-SAM, 2007).

Las semillas se pueden sembrar al voleo en la superficie de terreno recién arado, sujeto a que llueva pronto después de la siembra o que haya riego disponible. Sin embargo, los resultados son mejores cuando las semillas se siembran a una profundidad de 2.5 cm en suelo bien preparado con una distancia de siembra de 30 o 90 cm entre plantas y 90 cm entre surcos. (Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2011 Mucuna. Proyecto de hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico.)

4.10.3. Labores culturales

Básicamente el frijol terciopelo controla casi todo tipo de malezas gramíneas o de hoja ancha. Su crecimiento vigoroso desde sus primeras etapas de desarrollo, y su característica de producir guías, le permiten extenderse rápidamente y cubrir la tierra, impidiendo el desarrollo de las malezas.(CIDICCO, septiembre/1991).

4.10.4. Plagas y enfermedades

La mucuna es una planta muy resistente que tiene pocos problemas de plagas, posiblemente debido al contenido de toxinas en su follaje. Se informa que las lapas pueden hacer bastante daño en climas lluviosos, y los conejos e iguanas atacan las plántulas. En Australia se reportó una pudrición radical causada por el hongo *Phytophthora dreschleri*.(Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2011 Mucuna. Proyecto de hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico.)

4.10.5. Cosecha

De dos a tres meses después de la florecida, las vainas empiezan a madurarse. Se pueden cosechar las vainas maduras a mano, o se pueden cortar y secar los bejucos para después trillar la semilla. Se informan rendimientos de (0,2 a 5 t/ha) de semilla seca. . (Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas, 2011 Mucuna. Proyecto de hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico.)

4.10.6. Comparación de diferentes estudios en el aporte de Materia verde y materia seca y la incorporación de nitrógeno al suelo.

Mucuna Negra produce entre 40 a 50 T/ha de materia verde 7 a 9 toneladas de materia seca y entre 120 a 180 kg de N/ha. (Información generales para abonos verdes Brasil. Site: www.pirai.com.br).

En Puerto Rico, se informan que la Mucuna Negra tiene un rendimientos de biomasa o materia verde es de 6 a 21 t/ha, y de 0,5 a 3 t/ha de materia seca y 331 kg/ha de nitrógeno (N). (Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas, 20112011 Mucuna. Proyecto de hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico.)

La Mucuna es una leguminosa que produce aproximadamente 35 a 40 Tn/ha de biomasa verde, 6 a 8 Tn/ha de biomasa seca. La mucuna, proporcionando hasta 362 kg N/ha. Los abonos verdes proporcionan al suelo hasta un 79% de Nitrógeno(Wutke et al., 2007).

Cartilla sobre adubaçáo Verde e cospostagem. La Mucuna Negra es una leguminosa trepadora de ciclo de cultivo de 140 a 180 días. La Mucuna Negra produce entre 40 a 50 toneladas de masa verde y 6 a 9 toneladas de masa seca y fija entre 120 a 180 kg de N por/ha.(SOUZA, 1993.)

4.10.7. Aporte de nutrientes y mejora de las características del suelo.

En el suelo se encuentran los nutrientes que son indispensables para la emergencia, desarrollo y producción de los cultivos; como en un reservorio, donde las plantas los pueden o no tomar según estén o no disponibles para ellas dadas sus condiciones de equilibrio y disponibilidad.

Las leguminosas son fuente importante de minerales especialmente Potasio, Magnesio, Hierro, Zinc y Calcio (Salunkhe et al., 1985).

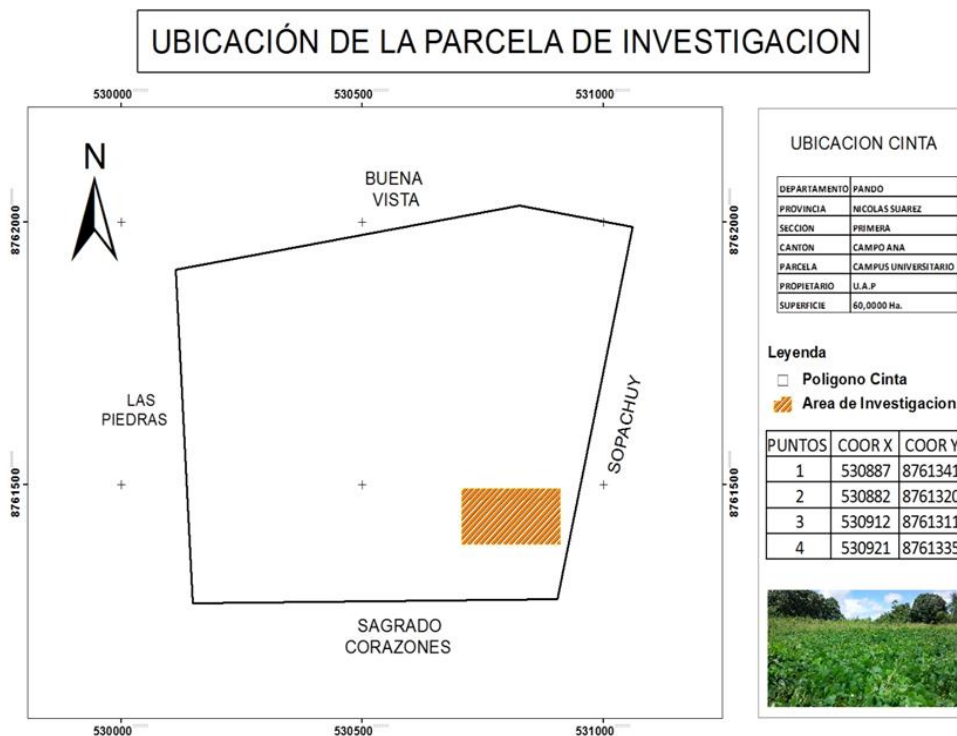
La Mucuna Negra proporciona al suelo hasta un 79% de nitrógeno mejorando sus características físico químicas de los suelos. En algunas especies del género Mucuna los principales minerales son Potasio (361- 410 mg/100 g), Sodio (457-607 mg/100 g) y Magnesio (262-408 mg/100 g). Aunque también presentan concentraciones bajas de Calcio Aluminio, Hierro, Zinc, Cobre y Manganeso. Estos resultados encontrados son bajos en algunas leguminosas, no obstante, estos valores son similares a los de Potasio, Sodio y Magnesio (Vadivel y Janardhanan 2005).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación

La presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en el Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonia (CINTA), dependiente del Área de Ciencias Biológicas y Naturales (ACBN) de la Universidad Amazónica de Pando (UAP); ubicado en el Departamento de Pando, Provincia Nicolás Suárez, sección primera, Cantón Campo Ana, aproximadamente a unos 25 km. de la ciudad de Cobija, cuyas coordenadas geográficas son 87°61'51" de Longitud Oeste y 05°30'90" Latitud Sur y una temperatura media anual de 26°C, con una precipitación pluvial anual de 1.812 mm y una altitud de 236 m.s.n.m. ver Fotografía N° 1

FotografíaN° 1
Ubicación de la parcela de investigación



Fuente: Elaboración propia

5.2. MATERIALES

5.2.1. Material vegetativo

El material vegetal que se utilizó en el trabajo de investigación, es el género Mucuna Negra (**Mucuna aterrima**) que fue proveniente de la ciudad de Santa Cruz - Bolivia de la empresa de semillas forrajeras SEMILLA DEL ORIENTE S.R.L, son semillas de calidad para pastura y forraje. La cantidad de semillas que se utilizó en la ensayo fueron de 4 kg. De semilla certificadas.

5.2.2. Equipos, herramientas e instrumentos

En el trabajo de investigación, fueron utilizados diferentes equipos y herramientas, las mismas que se utilizaron tanto en los trabajos de campo como en gabinete, y son las siguientes:

- Rollo de pitas de 100 metros
- Machetes
- Martillos
- Letreros
- Azadón
- Rastrillo
- Palas
- Cinta métrica
- Wincha métrica
- Estaca de madera
- Pinturas
- Calculadora
- Tablas
- Clavos
- Ripas
- Picotas
- Punzón
- Carretillas
- Lápiz
- Agenda
- Computadora
- Hoja de papel bond
- Impresora
- Cámara fotográfica

6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

6.1. Preparación del terreno

El presente trabajo de investigación fue establecido en un área en periodo de pastizal, el mismo que fue utilizado anteriormente con ganadería y posteriormente con cultivos anuales como la yuca y plátano. La habilitación del área experimental se realizó mediante el sistema mecanizado (arado). Posteriormente la nivelación del área total con el motocultor, esto se realizó en fecha 30 de octubre del 2015, concluyendo con la nivelación de las parcela en fecha 14 de noviembre del 2015, ver Fotografía N° 2

Fotografía N° 2
Preparación del terreno



Fuente: Elaboración propia

6.2. Análisis de suelo (post-siembra)

Se realizó un muestreo de suelo en forma de sig-sag del área total de investigación, se extrajo una muestra de suelo a una profundidad de 0 a 25 cm. la cual fue homogenizada y se extrajo 1kg, el mismo que fue analizado en el laboratorio de suelos del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la Universidad Amazónica de Pando (UAP).

6.3. Siembra

En cada unidad experimental se aplicó las densidades de siembra que se muestran en el cuadro 1, la siembra se realizó de forma manual, se colocaron tres semillas por golpe a una profundidad 3 cm, Las densidades de siembra constituyen los tratamientos objeto de estudio y fueron las siguientes: ver Cuadro 1 esto se realizó en fecha 16 de noviembre del 2014.

Cuadro N° 1

Densidad de siembra

distancia entre surco	Distancia entre plantas (Cm)		
	30	50	70
50	T1 = 50X 30	T2 = 50X 50	T3 = 50 X 70
70	T4 = 70 X 30	T5 = 70 X 50	T6 = 70 X 70

Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 3

Siembra forma manual (punzón)



Fuente: Haldor Alpíres Añez

6.4. Germinación

Las semillas que se utilizaron en la investigación fueron especialmente certificadas con un porcentaje de 95%. Después de siembra la Mucuna empezó a germinar entre 4 – 9 días en su totalidad, esto fue en fecha 16 de noviembre 2014 y 25 de noviembre del 2014. Ver Fotografía N° 4

FotografíaN° 4
Germinación de la mucuna



Fuente: Elaboración propia

6.5. Aporque

Esta labor se realizó manualmente de acuerdo a las necesidades del cultivo, con la finalidad de mejorar su desarrollo, dar un mayor soporte y resistencia a las plantas, en los primeros meses del cultivo esta actividad se realizó en fecha 31 de diciembre del 2014 y 12 de enero del 2015, ver Fotografía N° 5

Fotografía N° 5
Labor cultural (Aporque)



Fuente: Elaboración propia

6.6. Control de malezas

El control de maleza se lo realizó a los 15 días después de la siembra y posteriormente a los 40 días, el control se lo realizó en forma manual a través de carpidas (azadón, machete y rastrillo), después de los 40 días el cultivo empezó a cubrir toda la unidad experimental, lo cual empezó a actuar alelopáticamente eliminando a las plantas espontaneas que son perjudiciales para el cultivo (malezas). Ver Fotografía N° 6

Fotografía N° 6
Labor cultural (Aporque)



Fuente: Nelson Guillermo Parada Diez

6.7. Análisis de suelo

Una vez terminada la investigación se tomó muestras de suelo de 1 kg por unidad experimental, los mismos que se mezcló con las muestras de las otras repeticiones del mismo tratamiento y por cuarteo se obtuvo una muestra de 1 kg., estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la UAP. Esto se realizó en fecha 20 de mayo del 2015. Ver Fotografía N° 7.

Fotografía N° 7
Toma de muestras de suelo



Fuente: Nelson Guillermo Parada Diez

7. MÉTODOS EMPLEADOS EN LA TOMA DE DATOS

7.1. Emergencia de la planta

Mediante la observación directa y el conteo de las plantas cada 4 días, se determinó el número de plantas emergidas por cada tratamiento y cada repetición. El cuarto de día mostró una germinación de un 40%, el séptimo día se mostró un 90% de germinación y el noveno día se obtuvo el 100% de germinación, lo que demostró que las semillas eran de

calidad. Esto fue realizado en fecha 25 de noviembre del 2014 Ver Fotografía N° 8

Fotografía N° 8
Germinación de la Mucuna (4 – 9 días)



Fuente: Elaboración propia

7.2. Días de la floración

Mediante la observación directa y el conteo de las plantas con florescencia, se determinó el número por cada unidad experimental. Esto se realizó en fecha 10 de Marzo del 2015, Ver Fotografía N° 9.

Fotografía N° 9
Florescencia de la Mucuna



Fuente: Nelson Guillermo Parada Diez

7.3. Rendimiento de materia verde en kg/ha

Para el rendimiento de la materia verde (M.V.) se cortaron todas las plantas del área efectiva a evaluar (4 m^2) de cada unidad experimental, la materia verde se compuso de hojas y tallos. Se introdujo la M.V, en una bolsa de polietileno y luego se procedió al pesado de la muestra con una balanza manual en kg. Esto se realizó en fecha 13 de mayo del 2015. Ver Fotografía N° 10.

Fotografía N° 10
Pesaje de la Materia verde en Kg



Fuente: Miguel Ángel Rivas Fernández

7.4. Rendimiento de materia seca en kg/ha

Se cortaron todas las plantas del área efectiva a evaluar (4 m^2) de cada unidad experimental, luego se realizó el secado en las estufas del herbario perteneciente al CIPA, a una temperatura de $55 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 72 horas. Posteriormente al secado se procedió al pesado en una balanza en gr. Esto se realizó en fecha 17 mayo 2015. Ver Fotografía N° 11

Fotografía N° 11
Secado de la materia verde en estufas



Fuente: Nelson Guillermo Parada Diez

8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño experimental bloques al azar con las siguientes características:

Tratamientos	6
Repeticiones	4
Unidades experimentales	24
Área de cada Unid. Experim.	21 m ² (3 m x 7 m)
Distancia entre Unid. Experim.	1 m
Distancia entre repeticiones	1 m
Área total del experimento	825 m ² (33 m x 25 m)
Área de la U.E	21 m ² (7 m x 3 m)
Área efectiva del experimento	504 m ² (21 mX 24)
Área a evaluar del experimento	4 m ² (1 m x 4 m)
Croquis de campo	Ver anexo N° 1
Croquis de las Unid. Exp.	Ver anexo N° 2

9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de las diferentes variables fueron sometidos al análisis de varianzas (ANAVA) y comparación de promedio mediante la prueba de Duncan, considerando un 5% de significancia.

Los datos obtenidos fueron transcritos en una hoja electrónica Excel y posteriormente analizados mediante fórmulas estadísticas, en la misma hoja electrónica.

10. RESULTADOS

10.1. Condiciones climáticas

Los datos correspondientes a la temperatura registrada durante el periodo de investigación, se detalla en el cuadro N° 2, en el mismo se observa que la temperatura promedio fue de 26,7 °C y la máxima de 30,9°C.

Cuadro N° 2
Registro de temperatura y precipitación pluvial

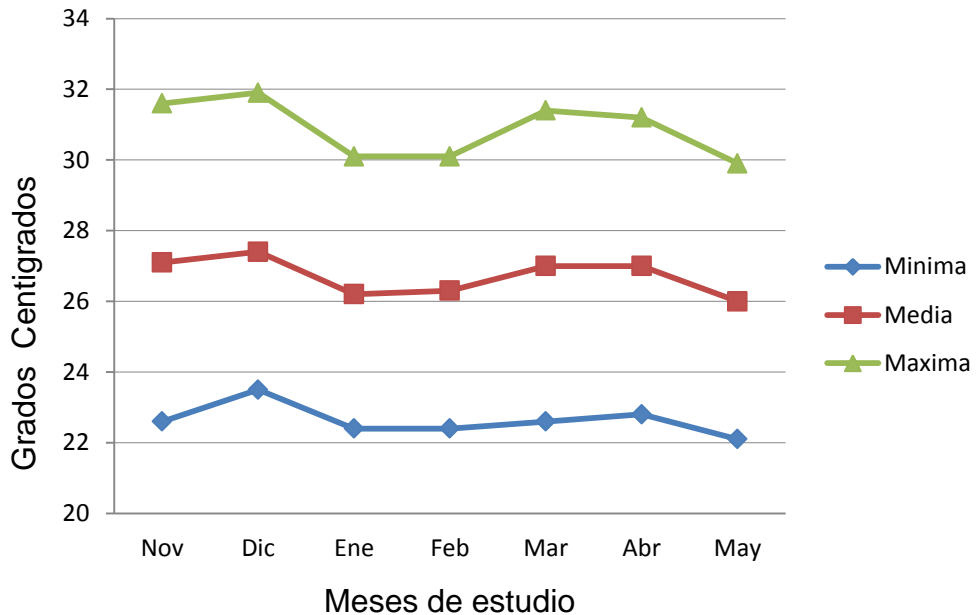
Meses	Temperaturas			Precipitación
	Mínima	Promedio	Máxima	Mensual (mm)
Noviembre	22,6	27,1	31,6	162,1
Diciembre	23,5	27,4	31,9	99,1
Enero	22,4	26,2	30,1	344,5
Febrero	22,4	26,3	30,1	347,7
Marzo	22,6	27,0	31,4	195,9
Abril	22,8	27,0	31,2	210,3
Mayo	22,1	26,0	29,9	192,8
TOTAL PROMEDIO	22,5	26,7	30,9	1.552,4

Fuente: <http://www.senhami.gob.bo/sismet/intex.php> (2014/2015)

El Grafico N° 1, permite observar que en el mes de diciembre se registró la mayor temperatura, mientras que en enero y febrero se registraron las temperaturas más baja.

Gráfico N° 1

Promedio de temperaturas, durante el periodo del estudio



Fuente: Elaboración Propia

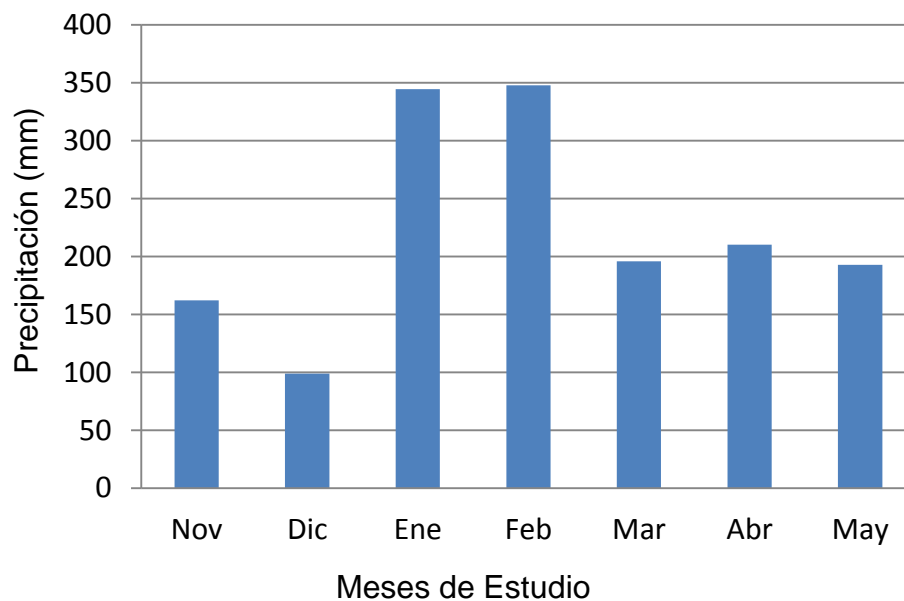
Los datos correspondientes a la precipitación pluvial que se detalla en el cuadro N° 2 y Gráfico N° 1, indican que durante el periodo de estudio, se registró una precipitación de 1.552,4 mm, equivalente a 7,4 mm/días.

Sin embargo que el mes de septiembre se registró la menor precipitación con 99,1 mm, luego fue incrementando hasta alcanzar el máximo en el mes de enero y febrero con 347,7 mm.

De acuerdo a estas condiciones agroecológicas no fue necesario agregar riego en ningunas de las etapas del cultivo, ya que el cultivo se adaptó debidamente a las bajas y altas temperaturas.

Gráfico N° 2

Precipitación pluvial, registrada durante los meses de estudio



Fuente: Elaboración propia

10.2. Días a la emergencia

Se tomaron en cuenta los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se obtuvo el 75% de las plantas emergencias. Los resultados del número plantas emergidas por unidad experimental se representa en el cuadro N° 6, tomando en cuenta las diferentes densidades de siembra, es posible afirmar que a partir del cuarto día 20 de noviembre del 2014 (cuatro días después de, la siembra) en todos los tratamientos se observaron un 50% de las plantas emergidas, Todos los tratamientos llegaron a emerger hasta al 100% hasta el noveno día después de la siembra.

Cuadro N° 3

Porcentaje de Numero de plantas Emergidas por Tratamiento

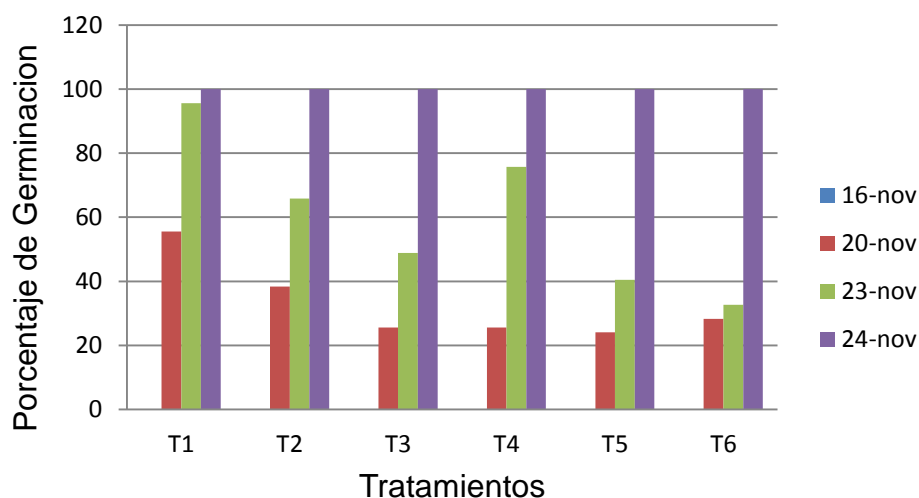
TRATAMIENTOS	NUMERO DE DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA			
	16-nov	20-nov	23-nov	25-nov
T1	0	55,5	95,6	100
T2	0	38,4	65,8	100
T3	0	25,6	48,8	100
T4	0	42,3	75,7	100
T5	0	24,1	40,5	100
T6	0	28,3	32,7	100

Fuente: Elaboración propia

Los anteriores datos expresados en porcentaje se presentan en el gráfico N° 3, en el mismo se observa que en todo los tratamientos la mayor emergencia se registra en los 5 a 7 días, después se estabilizan con un incremento del 100% al noveno día después de la siembra, en consecuencia se puede observar que las condiciones agroecológicas fueron favorables en el periodo de emergencias de la semilla de la mucuna.

Gráfico N° 3

Promedio del Numero de plantas Emergidas por Tratamiento



Fuente: elaboración propia

10.3. Días a la floración

Se tomaron en cuenta los días transcurrido desde la siembra hasta cuando se obtuvo un 75% de las plantas presentaron la primera floración. Los promedios de floración varían por unidad experimental. Ver cuadro N° 4

Cuadro N° 4
Días a la floración

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROM.
	I	II	III	IV	
T1	93,7	91,3	89,7	88,1	90,70
T2	97,2	90,3	80,6	90,3	89,60
T3	92,6	94,4	92,6	88,9	92,13
T4	83,3	89,3	83,3	90,5	86,60
T5	93,8	95,8	83,3	93,8	91,68
T6	91,7	83,3	83,3	86,1	86,10
PROMEDIO	552,3	554,4	512,8	537,7	536,81

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza al 5% de probabilidad de error indica que existe diferencia significativa entre repeticiones y no significativa entre tratamientos, (Cuadro N° 5) por los que los promedios por tratamientos se sometieron a la prueba de Duncan al mismo nivel de error que el ANAVA.

Cuadro N° 5
Análisis de varianza para el día de la floración

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Fc	Ft
Repeticiones	145,8	3	48,6	3,4	3,28
Tratamientos	132,14	5	26,43	1,85	2,90
Error	214,59	15	14,31		
Total	492,53	23			

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la prueba de Duncan indican que la densidad de siembra, T3= 50 X 70, T5= 70 X 50, T1= 50 X 30, T2= 50 X 50, T4=70 X 30, dieron el mayor porcentaje de Floración, mientras que el T6= 70 x 70 y T4= 70 X 30, obtuvieron el menor porcentaje de germinación. Ver Cuadro N° 6

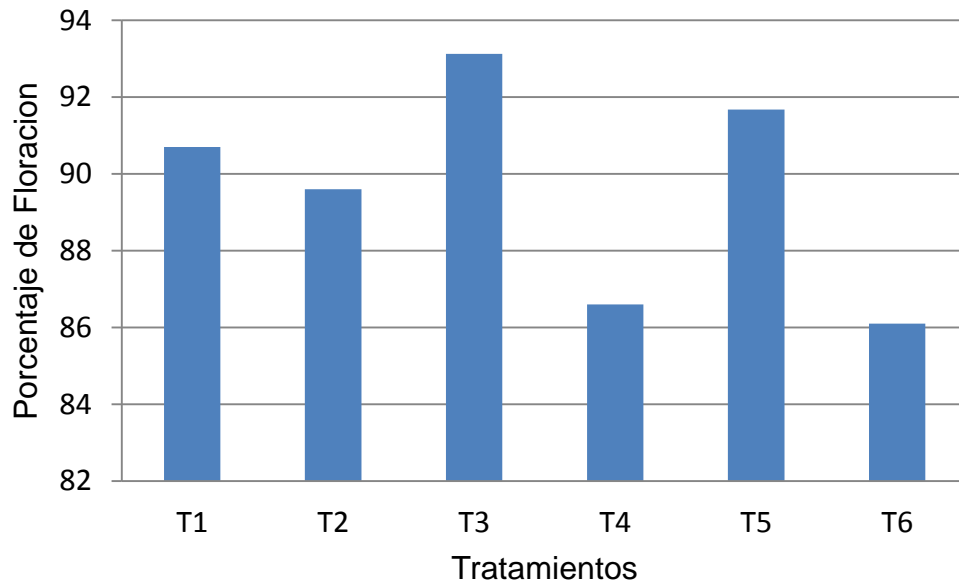
Cuadro N° 6
Prueba de Duncan para el porcentaje de floración

Tratamientos	Promedios	Grupos
T3= 50 x 70	92,13	a
T5= 70 X 50	91,68	a b
T1=50 X 30	90,7	a b
T2= 50 X 50	89,6	a b
T4= 70 X 30	86,6	a b
T6= 70 X 70	86,1	b

Elaboración: Fuente propia

Gráfico N° 4

Porcentaje de la floración por tratamientos



Fuente: Elaboración propia

10.4. Rendimiento de materia verde en kg/4m²

El corte y el pesaje de la materia verde efectuó a los 163 días después de la siembra. En el pesaje se tomó en cuenta el tallo y las hojas.

Cuadro N° 7

Rendimiento de la materia verde por tratamientos

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROM.
	I	II	III	IV	
T1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1
T2	1,8	1,1	1,3	1,1	1,33
T3	1,4	1,7	1,9	1,6	1,65
T4	1,1	1,2	1,0	1,4	1,18
T5	1,0	1,3	1,1	1,2	1,15
T6	1,1	1,0	1,0	1,1	1,05
PROMEDIO					7,46

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza al 5% de probabilidad de error indica que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos y también entre repeticiones, por lo tanto es necesario someter los resultados a la prueba de Duncan. Al mismo nivel de error que el ANAVA. Ver cuadro N° 8

Cuadro N° 8

Análisis de varianza Corte y pesaje de la materia verde
(163 días después de la siembra)

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Fc	Ft
Repeticiones	0,00833	3	0,00278	0,07	3,28
Tratamientos	0,97333	5	0,19467	4,74	2,90
Error	0,61667	15	0,04111		
Total	1,59833	23			

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de Duncan indican que las densidades de siembra T3= 50 x 70, T2= 50 x 50 y T4= 70 x 30 dieron lugar al mayor rendimiento en materia verde, mientras que las densidades T1= 50 x 30, T5= 70 x 50 y T6= 70 x 70 obtuvieron el menor rendimiento.

Cuadro N 9.

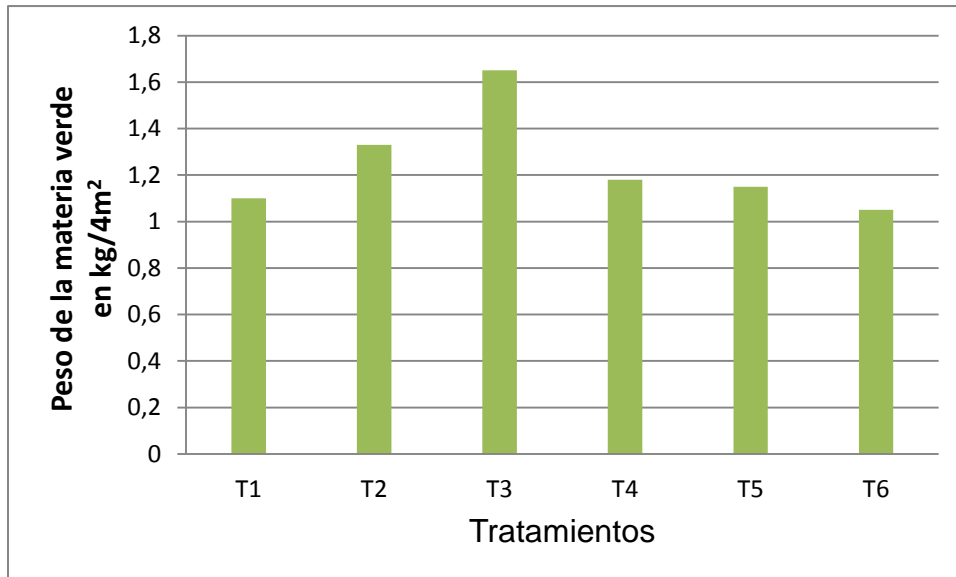
Resultados de la prueba de Duncan para rendimiento en materia verde

Tratamientos	Promedio	Grupos
T3 = 50 X 70	1,65	a
T2 = 50 X 50	1,33	a b
T6 = 70 X 70	1,05	a b
T5 = 70 X 50	1,15	b c
T1 = 50 x 30	1,1	c
T4 = 70 X 30	1,18	c

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 5

Rendimientos de la materia verde por tratamiento (kg/4m²)



Fuente: Elaboración propia

10.5. Rendimiento de la materia seca en kg/4m²

El secado de la materia verde se realizó después de los 2 días después del corte de la planta.

Cuadro N° 10
Rendimiento de la materia seca por tratamientos
(72 horas de secado en estufa)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,13
T2	0,2	0,4	0,1	0,1	0,20
T3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,30
T4	0,2	0,1	0,1	0,3	0,18
T5	0,1	0,5	0,2	0,3	0,28
T6	0,3	0,3	0,1	0,2	0,23
PROMEDIO					1,32

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza al 5% de probabilidad de error indica que no existe diferencia significativa entre repeticiones ni entre diferentes densidades de siembras, en consecuencia, no es necesario someter los promedios a la prueba de Duncan.

Cuadro N° 11

Análisis de varianza en la producción de la materia seca

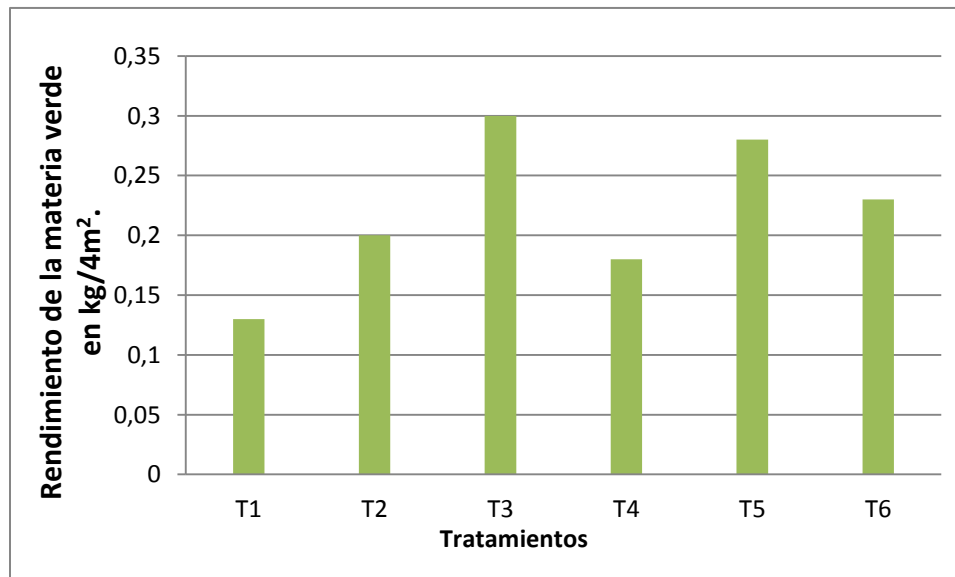
Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	Fc	Ft
Repeticiones	0,06	3	0,02	2	3,28
Tratamientos	0,08	5	0,02	2	2,90
Error	0,17	15	0,01		
Total	0,31	23			

Fuente: Elaboración propia

El gráfico N° 6, nos indican los rendimientos obtenidos por tratamientos, los tratamientos T3= 50 X 70, T5= 70 X 50 y T6= 70x 70 obtuvieron los mayores rendimientos. Y los tratamiento T1= 50 x 30, T2= 50 x 50 y T4= 70 x 30 obtuvieron menores rendimientos.

El gráfico N° 6

Rendimiento de la materia seca por tratamientos en (kg/4m²)



Fuente: Elaboración propia

10.6. Aporte del Nitrógeno

El Nitrógeno (N) es uno de los elementos que las plantas necesitan en mayores cantidades, es muy esencial para la formación de aminoácidos, es responsable del crecimiento y el color verde de las plantas, favorece el macollamiento, el desarrollo vegetal, estimula la formación de yemas florales y fructíferas. Su disponibilidad depende mucho de la materia orgánica y de la humedad que tenga el suelo.

Los resultados de análisis de las muestras por tratamientos, indican que el aporte de nitrógeno varía de acuerdo a cada densidad de siembra. Ver el cuadro N° 12.

Cuadro N° 12
Aporte de nitrógeno (N) por tratamiento

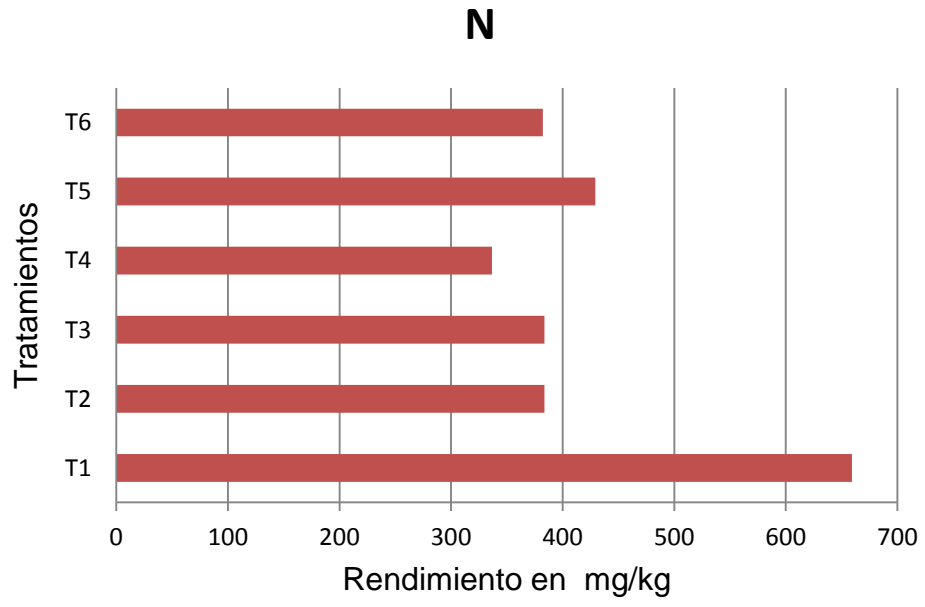
Aporte de Nitrógeno por Tratamiento, tomando en cuenta la base inicial del muestreo general de toda el área de investigación												
Inicial	T ₁ = 50X30		T ₂ = 50X50		T ₃ = 50x70		T ₄ = 70X30		T ₅ = 70X50		T ₆ = 70X70	
47,00 mg/kg	706,2	659,2	430,6	383,6	476,2	429,9	273,4	226,4	608,2	561,2	557,4	510,4

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro N° 12, podemos observar que el aporte de Nitrógeno (N) por tratamientos ha sido significativo, y de acuerdo al gráfico N° 7, podemos ver que los tratamientos que obtuvieron el mayores rendimientos han sido el, T1= 50 X 30, T5= 70 X 50.

Gráfico N° 7

Aporte de nitrógeno de acuerdo a cada tratamiento



10.7. Interpretación de resultados del análisis físico químico del suelo

Los resultados de análisis de las muestras por tratamientos, indican que el pH varió desde 4,5 (extremadamente ácido) a 5,2 (fuertemente ácidos) como se observan en el cuadro siguiente.

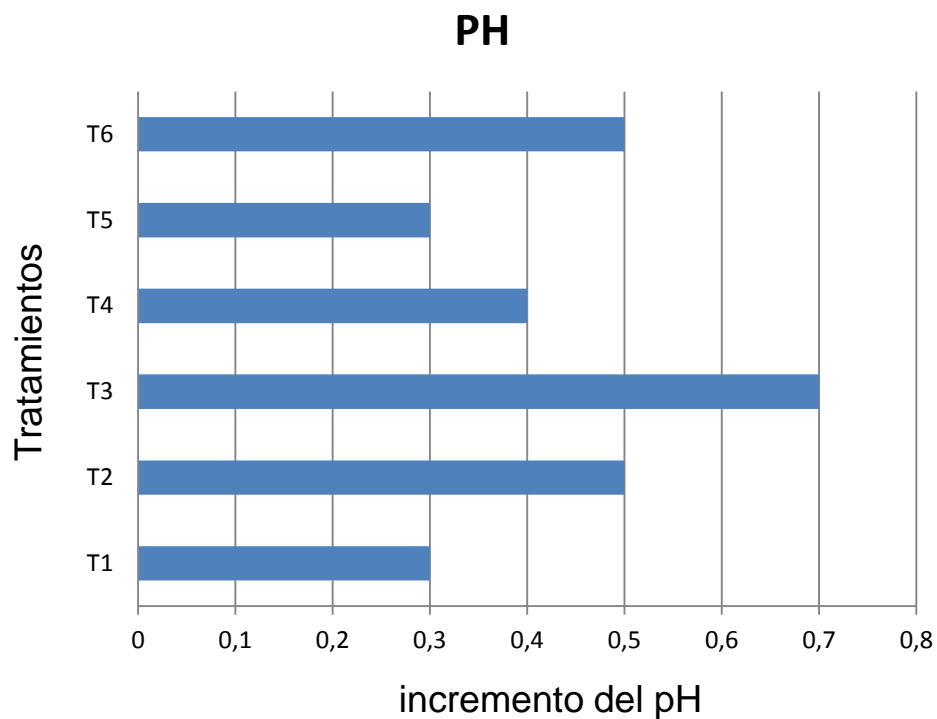
Cuadro N° 13
Interpretación de los resultados físicos químicos del suelo

TRATAMIENTO	pH	Interpretación	Tipo de suelo
Gral. I	4,5	Extrem. Acido	Franco Arenoso
T1= 50 x 30	4,8	Extrem. Acido	Franco arcilloso arenoso
T2= 50 x 50	5	Muy Fuerte. Acido	Franco Arenoso
T3= 50 x 70	5,2	Fuertemente Acido	Franco Arenoso
T4= 70 x 30	4,9	Extrem. Acido	Franco arcilloso arenoso
T5= 70 x 50	4,8	Extrem. Acido	Franco arcilloso arenoso
T6= 70 x 70	5	Muy Fuerte Acido	Franco Arenoso
Gral. II	5	Muy Fuerte Acido	Franco Arenoso

Los resultados del análisis laboratorio de acuerdo al Gráfico N° 8, indican que el T3= 50 x 70, fue el que tuvo un pH de 5,2 que significa que mejoro la característica del suelo de extremadamente acido a fuertemente acido. Esto significa que hubo una significativa mejora en la característica del suelo con la leguminosa como lo es la Mucuna Negra.

Gráfico N° 8

Mejora del pH por tratamientos (diferentes densidades de siembras)



10.7.1. Aporte de otros nutrientes

En el análisis químico fueron analizados Algunos de los elementos esenciales de nutrición para la planta, estos elementos fueron: Potasio (k), Magnesio (Mg), sodio (Na), Aluminio(AL) y Calcio (Ca). Algunos de estos elementos tuvieron un aporte significativamente alto, en relación al análisis inicial que se realizó, así como también aportes bajos.

Cuadro N° 14

Aporte de nutrientes esenciales en mg/100g

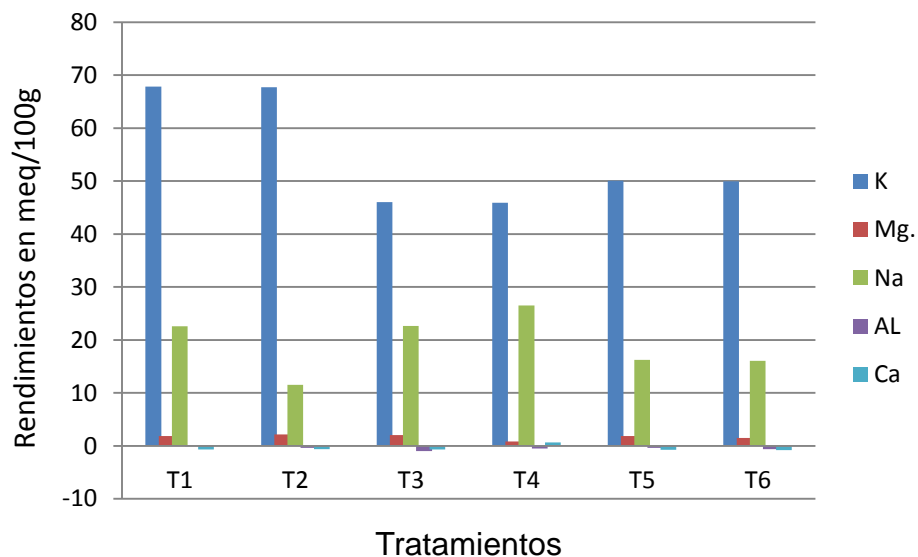
Nutrientes	Inicial	T1=50x30		T2=50x50		T3=50x70		T4=70x30		T5=70x50		T6=70x70	
K	0,12	67,97	67,85	46,14	46,02	50,18	50,06	59,17	59,05	52,59	52,47	43,3	43,18
Mg.	0,05	1,92	1,87	2,22	2,17	2,1	2,05	0,85	0,8	1,88	1,83	1,51	1,46
Na	0,09	22,69	22,6	11,59	11,5	22,74	22,65	26,62	26,53	16,3	16,21	16,15	16,06
Ca	0,95	0,25	-0,7	0,3	-0,65	0,28	-0,67	1,56	0,61	0,2	-0,75	0,15	-0,8
AL	1,42	1,31	-0,11	1	-0,42	0,4	-1,02	0,91	-0,51	1,01	-0,41	0,8	-0,62

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro N° 14 y el gráfico N° 9, podemos ver que los elementos como el Potasio (K), Magnesio (Mg) y Sodio (Na) obtuvieron los mayores rendimientos en relación al análisis inicial de la investigación. Sin embargo los elementos como el Calcio (Ca) y el Aluminio (AL), obtuvieron rendimientos menores.

Gráfico N° 9

Rendimientos de los elementos esenciales que aporta la Mucuna al suelo para el beneficio de las plantas



Fuente: Elaboración propia

11. DISCUSIÓN

11.1. Condiciones climáticas

CORPOICA (2013), afirma que la leguminosa *Mucuna aterrima* se desarrolla entre los 18 a 27°C, toleran bien las bajas y las temperaturas altas. En las épocas de lluvia su desarrollo es más acelerado, y época seca su crecimiento se vuelve lento por el factor de la alta temperatura.

Por su parte SEFO-SAM (2007), empresa de semilla forrajeras sostiene que la mucuna ceniza como también la mucuna negra, requieren una temperatura 18 a 27°C, tienen un crecimiento lento al principio, es susceptible a las heladas, y tiene moderada resistencia al encharcamiento y es tolerante a las sequias.

LEGUMINUTRE-Semilla de leguminosas, Abonos verdes, banco de proteínas, Cultivo de forraje, nos afirma que la *Mucuna* es muy cultivada en las zonas tropicales, a una temperatura de 19 a 28°C y a una altitud de 1000 m.s.n.m. con precipitaciones anual de 700 a 1.500 mm/año.

En la presente investigación, las condiciones climáticas fueron las siguientes: la temperatura media fue de 26,7°C, la mínima media de 22,5°C, y la máxima media de 30,9°C, el mes de diciembre se registró la mayor temperatura, mientras que el mes de mayo se registró la temperatura más baja. La precipitación pluvial total fue de 1.552,4 mm, que equivale a 7,4 mm/día. Sin embargo se observa que en el mes de diciembre se registró la menor precipitación con 3,2 mm/día. Luego fue incrementando hasta alcanzar el máximo en el mes de febrero con 12,42mm/día, esto debido a las características propias de la época lluviosa que se registra en la región.

Estos resultados nos permiten afirmar que durante el periodo de estudio la temperatura estuvo enmarcada en lo requerido para el desarrollo de la

Mucuna. Es decir el área de estudio reúne las condiciones adecuadas para el desarrollo de la especie respecto a la precipitación y temperaturas.

11.2. Periodo de emergencia

Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas. 2011. Mucuna. Proyecto de Hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico. Afirma que la leguminosa mucuna Negra, tarda aproximadamente entre 14 y 21 días para su germinación, es muy cultivada en las zonas tropicales para su comercialización a los productores que utilizan como sustento la producción orgánica.

De acuerdo a SEFO-SAM (2007), nos afirma que la mucuna germina de 8 a 15 días después de la siembra. Su período de floración se encuentra entre 120 a 150 días. Cuando tiene buenas condiciones para su desarrollo, y dependiendo de la densidad de siembra, llega a un 100 % de cobertura a los 60 días, cuando se siembra en verano; y a los 90 días, cuando se siembra en invierno.

En la presente investigación la emergencia de las plantas se inició a los cuatro días después de la siembra y se completó a los nueve días, lo que permite afirmar que el tiempo de emergencia no estuvo enmarcado de acuerdo a la bibliografía consultada citado por Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas. 2011. Mucuna. Proyecto de Hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico. Los días de emergencia que nos afirma SEFO-SAM (2007), ha sido la bibliografía que más se ha acercado de acuerdo al estudio de investigación.

11.3. Periodo de floración

Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas. 2011. Mucuna. Proyecto de Hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico. Afirma que la floración de la mucuna empieza a los 55 a 90 días después de la siembra, las flores de color blancas y purpuras son autofecundadas y se encuentran en racimos axilares de hasta 32 cm de largo, debido a estas características, se presta para la siembra de como cultivo de cobertura entre plantas de plátanos, maíz y entre árboles frutales.

CORPOICA, (2013). Afirman que la mucuna florecen de los 60 a 90 días después de la siembra, las flores se dan en racimos largos, de color blanco y tinte de color purpura, depende de la variedad y grandes cambios en los colores de las flores y de las semillas desde negro marrón, cafés, blancas, rayadas, jaspeadas, etc.

Por lo tanto la presente investigación demuestra que los días a la floración de la mucuna negra fueron a los 90 días, esto nos permite afirmar que el tiempo de floración estuvo enmarcado en el periodo adecuado que nos afirma CORPOICA, (2013). Ha sido la bibliografía que más se ha acercado de acuerdo al estudio de investigación.

11.4. Efectos de los tratamientos en el aporte de materia verde, materia seca y el aporte de Nitrógeno.

PIRAI/Brasil, 2005. Información general para abonos verdes Brasil. La Mucuna negra produce entre 40 a 50 Tn/ha de materia verde 7 a 9 toneladas de materia seca y entre 120 a 180 kg de N/ha.

SOUZA, 1993. Cartilla sobre adubação Verde e cospostagem. La mucuna negra es una leguminosa trepadora de ciclo de cultivo de 140 a 180 días. La mucuna negra produce entre 40 a 50 toneladas de masa verde y 6 a 9 toneladas de masa seca y fija entre 120 a 180 kg de N por/ha.

Por lo tanto la presente investigación nos demuestra que los tratamientos T2, T3, T4 Y T5, fueron los que obtuvieron los mejores rendimientos en el aporte de materia verde alcanzando de (2,95 t/ha – 4,15 t/ha) y los tratamientos T3, T5 y T6 obtuvieron los mayores rendimientos de materia seca, alcanzando un (0,5 t/ha - 0,8 t/h) de materia seca, Y en el caso del nitrógeno los T1. Fue el que tuvo el mejor rendimientos llegando a alcanzar 120,2 kg/ha de nitrógeno. Lo que permite afirmar que el rendimiento de materia verde y materia seca y el aporte de nitrógeno estuvo enmarcado a la bibliografía consultada citado por SOUZA, 1993. Cartilla sobre adubação Verde e cospostagem y PIRAI/Brasil, 2005. Información general para abonos verdes Brasil, han sido las bibliografías que estuvieron de acuerdo al estudio de investigación.

11.5. Efecto en el aporte de nutrientes

VADIVEL Y JANARDHANAN 2005. Afirma que en algunas especies del género Mucuna los principales minerales son potasio (361-410 mg /100 g), Sodio (457 - 607 mg /100 g) y Magnesio (262 - 408 mg /100 g). Aunque también presentan concentraciones bajas de Calcio Aluminio, hierro, zinc,

cobre y manganeso. Estos resultados encontrados en algunas leguminosas son bajos.

En la presente investigación nos demuestra que el aporte en minerales como el Potasio es de (1.684,02 – 2.646,2 Mg/100g), Sodio (369,38 - 610 Mg/100g), Magnesio (9,6 - 26,04 Mg/100g), y obtuvimos resultados negativos en el Calcio y el Aluminio. Lo que permite afirmar que los resultados obtenidos en los aportes de minerales no han estado enmarcados de acuerdo a la bibliografía consultada citada por VADIVEL Y JANARDHANAN 2005.

12. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos, se obtuvieron las siguientes conclusiones del trabajo de investigación.

- En las condiciones agroecológicas del Municipio Porvenir caracterizadas por una temperatura media de 26,7°C y precipitación total de 1.552,4 mm durante el periodo de estudio, presentó las siguientes características: la emergencia de las plantas varió de cuatro a nueve días, los días a la floración variaron desde 86 a 92 días y la cosecha para materia verde se produjo a los 163 días después de la siembra en todos los tratamientos.
- Las diferentes densidades de siembra empleada en la investigación nos demuestran que el tratamiento con mayor rendimiento tanto en materia verde (4,15 ton/ha) y materia seca (0,8 ton/ha) fue la densidad de siembra T3 (50 cm x 70 cm).
- De acuerdo a los tratamientos empleados en la investigación la mejor densidad de siembra para el aporte del nitrógeno en el suelo fue el: T1 (50 cm x 30 cm) que incrementó en 659,2 mg/kg.
- En resumen se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, es decir, las densidades de siembra influyen en la producción de materia verde y seca de la Mucuna Negra así como en el aporte de Nitrógeno en el suelo.

13. RECOMENDACIONES

Al concluir el presente trabajo de investigación y tomando en cuenta los resultados obtenidos, podemos dar las siguientes recomendaciones.

- Se recomienda al agricultor campesino de nuestra región poder utilizar la Mucuna Negra como abono verde para la recuperación de áreas degradadas, por haber obtenido buenos resultados en la mejora de las características físico-química del suelo.
- Se recomienda a la Administración del CINTA emplear la Mucuna Negra para recuperar áreas de barbechos, pastizales y potreros, aprovechando el abono verde como forraje para alimento del ganado.
- Se recomienda utilizar la Mucuna para la recuperación de suelos degradados, empleando la densidad de siembra de 50 cm. entre surco y 70 cm. entre plantas.

14. BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, 1988. Aplicación de compostaje polifenólicos de *Canavalia ensiformis* (L.) DC. E, *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland NA, germinación en la emergencia de plantas espontáneas Florianópolis 2013.

BHADORIA, 2010. Aplicación de compostaje polifenólicos de *Canavalia ensiformis* (L.) DC. E, *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Holland NA, germinación en la emergencia de plantas espontáneas Florianópolis 2013.

Brandjes et al.; 1989 Alternativas y Estrategias para la Recuperación de Suelos Degradados. COROICA. Colombia 1997.

Piamonte, 1997. Alternativas y Estrategias para la Recuperación de Suelos Degradados. COROICA. Colombia. 2002

CIDICCO, Cornell. 1997. Universidad de Cornell. IIRR. Comunica vecinos mundiales, cosecha 1997. Experiencias sobre cultivos de cobertura y Abonos verdes, CIDICCO Honduras, 130 p.

CIDICCO, septiembre, 1991. Promoción de los "SUELOS SALUDABLES" Plantas para el mejoramiento de sus suelos. Empresa Agroindustrial, entidades de desarrollo agrícola e investigadores agrícolas

CIAT, 2002. Centro Internacional de Agricultura Tropical, ABONOS VERDES. Evaluación de la eficiencia de combinación de Fuetes Orgánicas e inorgánicas, en la producción de cultivos anuales.

CORPOICA, 2013. Ministerio de agricultura y desarrollo. Manejo Agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su implementación Leguminosas herbáceas, Colombia.

Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales de la Estación Experimental Agrícola de Lajas. 2011. *Mucuna*. Proyecto de Hoja Informativa Agricultura Orgánica. Puerto Rico.

Echeverri, C. y H. Rodríguez. 1999. Nutritional and antinutritional characteristics of seven southIndian wild legumes. Plant Foods for humanNutrition. Composición y Factores Antinutricionales de las semillas del Género *Mucuna*. La vitabosa (*Mucuna deeringiana*). Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Antioquia. Centro Multisectorial de Oriente. Rionegro. 2009. Medellín

Hernández & Solís, 1997, Flores, 1996. Instituto Nacional de Innovación Tecnológica. INTA, Evaluación agronómica de seis genotipos de *Mucuna (Stizolobium spp)*. San José, Costa Rica 2002

Igue, 1984. Red de Revista Científica de América Latina, Eficiencia de abono verde (*Crotalaria* y *Mucuna*) y Urea, aplicado solo o juntamente como fuente de N, para el cultivo de arroz. Enero, 2002, pp. 17-23. Sociedad Mexicana de ciencias de suelos A.C. México

Kahnt Gunter, 1982. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Abonos Verdes. Trujillo México.

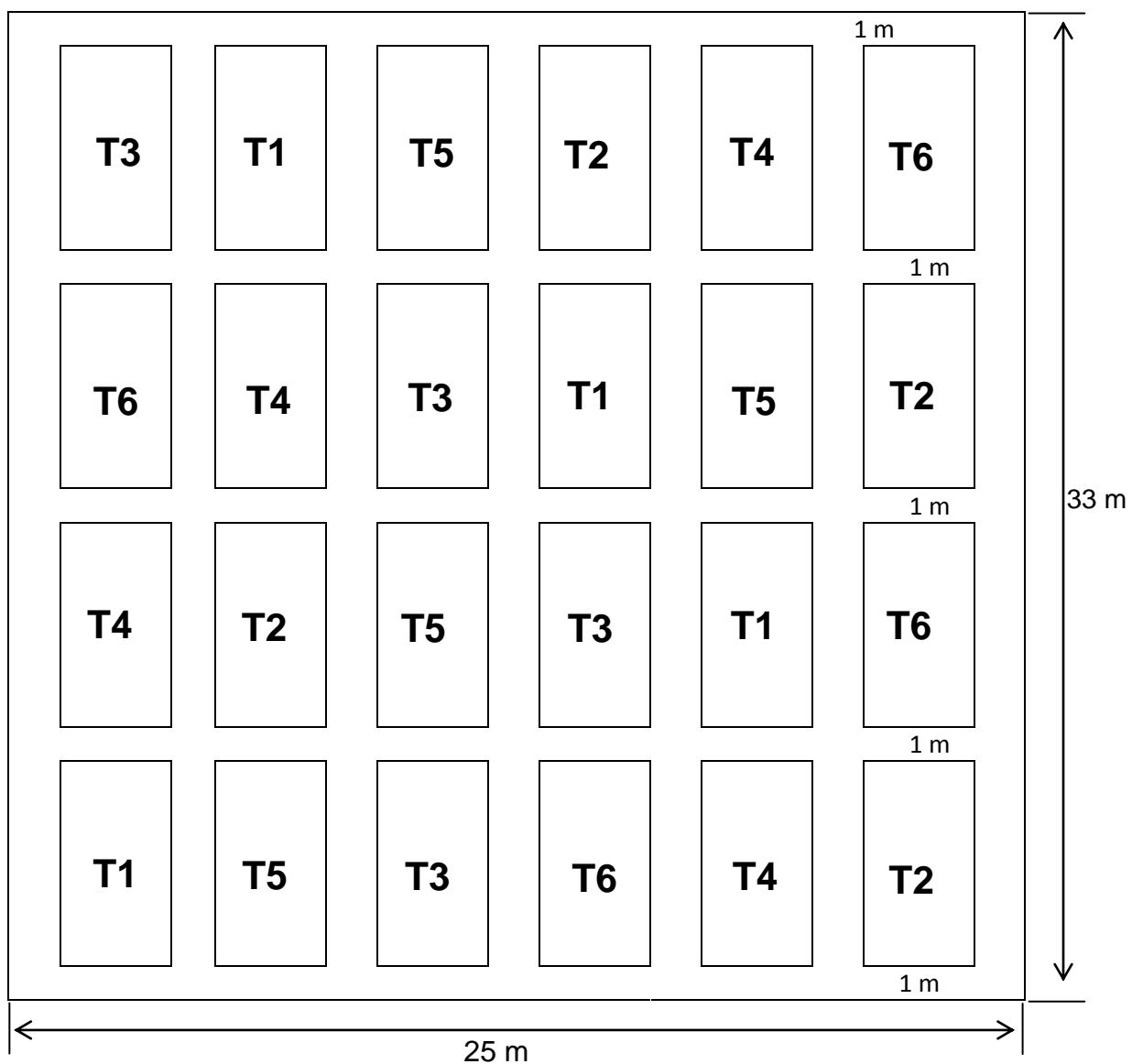
LEGUMINUTRE – Semillas de leguminosas, Abonos verdes, banco de proteínas. Cultivos de cobertura. Frijol terciopelo, *Mucuna* Negra, Ceniza, enana, alternativa natural de nutrición

- Pirai-semillas forrajeras., 1973. Empresa de semillas para abonos verdes y cobertura vegetal. Agro, Información general de los Abonos Verdes. Información general para abonos verdes Brasil. Site: www.pirai.com.br 2006. Centro-Oeste Brasil
- Salunkhe et al., 1985. Composición y Factores Antinutricionales de las semillas del Género *Mucuna*. Rev, Fac, Nal, Agro. 2009. Medellín.
- SAGARPA, 2014. Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. ABONOS VERDES. Apoyo rural para el desarrollo Rural, Puebla. México.
- SEFO-SAM, Empresa de semillas forrajeras de calidad. Comportamiento Agronómico de la *Mucuna* ceniza y *Mucuna* negra, 2007. Cochabamba-Bolivia
- SOUZA, 1993. Cartilla sobre adubação Verde e cospostagem. Leguminosas anuales *Mucuna* preta (*stizolobium aterrinnum*, *piper Tracy* o *mucuna aterrira*, Victoria-Brasil, 2008)
- (TOKURA & NÓBREGA, 2006). Aplicación de compostaje polifenolicos de *Canavalia ensiformis* (L.) DC. E, *Mucuna aterrira* (Piper & Tracy) Holland NA, germinación en la emergencia de plantas espontaneas Florianópolis 2013.
- Vadivel y Janardhanan. 2005. Nutritional and antinutritional characteristics of seven southIndian wild legumes. Plant Foods for humanNutrition. Composición y Factores Antinutricionales de las semillas del Género *Mucuna*. Rev, Fac, Nal, Agro. 2009. Medellín.

Wutke et al., 2007. Facultad de Ciencias Agropecuaria. Germinación y cualidad sanitaria de semillas de Mucuna blanca y negra utilizadas como abono verde en Quevedo Ecuador

15. ANEXOS

ANEXO N° 1 CROQUIS DE CAMPO



TRATAMIENTOS

T1 = 50 X 30 **T2** = 50 X 50

T3 = 50 X 70 **T4** = 70 X 30

T5 = 70 X 50 **T6** = 70 X 70

ANEXO Nº 2
TAMAÑO DE CADA UNIDAD DE MUESTRA

