

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.**

**Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa**

**UNAN-FAREM, Matagalpa**



**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

Uso de coberturas para la mejora de suelos y control de arvenses que afectan el cultivo de maíz (*Zea mays*) en finca Nuevo Sol, Comarca el Granadillo, La Dalia, Matagalpa, segundo semestre 2020.

**Autores**

Br: Jorlin Ossiel Muñoz Lopez

Br. Cristhofer Ernesto Espino Flores

Br: Alexandra Norjelis Castellón Velásquez

**Tutora**

MSc. Anielka Karina Chavarría López

**Asesor**

PhD. Francisco Javier Chavarría Arauz

Matagalpa, Febrero 2021



Uso de coberturas para la mejora de suelos y control de arvenses que afectan el cultivo de maíz (*Zea mays*) en finca Nuevo Sol, Comarca el Granadillo, La Dalia, Matagalpa, segundo semestre 2020.

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo de manera especial a nuestro padre Dios todo poderoso, por proveernos la fortaleza, sabiduría y perseverancia para alcanzar un logro más, por ser la luz que guía el camino, auxilio, soporte en todos los momentos que le necesitamos.

Con amor a nuestros padres, por estar presente en todo momento, apoyándonos de manera incondicional, aconsejándonos para ser personas de bien; así formarnos como ingenieros agrónomos.

A todas las personas que abrieron puertas para emprender este viaje: amigos familiares, maestros; que con una palabra de apoyo brindaron las herramientas para hacer posible este logro.

Br. Jorlin Ossiel Muñoz Lopez

Br. Cristhofer Ernesto Espino Flores

Br. Alexandra Norjelis Castellón Velásquez

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro Dios creador de los cielos y la tierra, por estar en cada momento a nuestro lado, por la sabiduría y dirección al llegar a culminar nuestros estudios profesionales.

A nuestra tutora MSc. Anielka Karina Chavarría López y nuestro asesor PhD. Francisco Javier Chavarría Aráuz, por la oportunidad de permitirnos realizar esta investigación y dirigirnos en cada proceso, a la vez compartir con nosotros de su amplio conocimiento, y dedicar su valioso tiempo para el desarrollo de este estudio científico.

A todos y cada uno de nuestros maestros, por la dedicación y empeño de cada día darnos lo mejor de ellos, para forjar profesionales de calidad. Al propietario de la finca Nuevo Sol el señor Salvador Muñoz Soza por apoyarnos cuando establecimos el experimento.

Br. Jorlin Ossiel Muñoz Lopez

Br. Cristhofer Ernesto Espino Flores

Br. Alexandra Norjelis Castellón Velásquez

## AVAL DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora, por este medio me permito emitir valoración técnica metodológica del trabajo de tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, realizado por los Egresados **JORLIN OSSIEL MUÑOZ LOPEZ, CRISTHOFER ERNESTO ESPINO FLORES Y ALEXANDRA NORJELIS CASTELLÓN VELÁSQUEZ**, bajo el título ***“Uso de coberturas para la mejora de suelos y control de arvenses que afectan el cultivo de maíz (Zea mays) en finca Nuevo Sol, Comarca el Granadillo, La Dalia, Matagalpa, segundo semestre 2020”***.

Considero que el trabajo desarrollado por **MUÑOZ LOPEZ, ESPINO FLORES Y CASTELLÓN VELÁSQUEZ**, cumple con lo estipulado por la UNAN Managua en el Reglamento de Régimen Académico. Existe coherencia entre su título, planteamiento del problema, sus objetivos, hipótesis, resultados, conclusiones y recomendaciones.

Los resultados del trabajo realizado por los colegas, es un valioso aporte para producir con bajos insumos sintéticos, contribuyendo tanto a la sostenibilidad económica como ambiental.

Deseamos que continúen cosechando muchos más éxitos a nivel personal y que de esa manera aporten al desarrollo de nuestro país. Qué Dios les guie siempre.

---

Anielka K. Chavarría López

Tutora

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Finca Nuevo Sol, Comunidad Granadilla N° 2, con el propósito de evaluar el uso de plantas de cobertura en la mejora del suelo y el comportamiento de las arvenses que afectan al cultivo de maíz (*Zea mays*), bajo el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en donde se sometieron a prueba tres tratamientos; T1 sin cobertura, T2 uso de Terciopelo (*Mucuna pruriens*) y T3 Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*). Se realizaron dos análisis de laboratorio, en dos momentos; uno antes de establecer el cultivo principal (*Zea mays*) y las coberturas; el otro después para poder observar el comportamiento del suelo así también el de las plantas no deseadas. Como indicadores los parámetros humedad, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, humedad volumétrica, densidad aparente, porosidad, pH, meso fauna, y plantas no deseadas. Sus resultados aritméticos muestran que el uso de T2 cobertura *Mucuna pruriens* influye de manera positiva para sobre el incremento de: humedad a 27%, capacidad de campo 37.04%, punto de marchites 24.2%, humedad volumétrica 15%, porosidad de 54.4%, meso fauna 0.11 Kg/Hc. Así también el T2 cobertura *Mucuna pruriens*, obtuvo un control de 82% sobre las arvenses de hojas anchas y gramíneas.

**Palabras Clave:** evaluar, comportamiento, mejorar, tratamientos, cobertura, periodo.

## INDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
AVAL DEL TUTOR .....	iii
RESUMEN .....	iv
CAPITULO I .....	1
Introducción .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
CAPITULO II .....	5
2.1. Marco referencial .....	5
a. Antecedentes .....	5
b. Marco teórico .....	8
b.1. Propiedades del suelo .....	8
b.2. Plantas de cobertura .....	9
b.3. Cultivo de maíz .....	10
b.4. Plantas no deseadas .....	11
c. Marco conceptual .....	12
c.1. El Suelo .....	12
c.2. Formación del suelo .....	12
c.3. Caracterización de los suelos .....	13
c.4. Propiedades físicas del suelo .....	14
c.5. Propiedades químicas del suelo .....	15
c.6. Propiedades biológicas del suelo .....	16
c.7. Plantas de cobertura de suelo .....	17
c.8. Plantas no deseadas que afectan al cultivo de maíz .....	19
d. Marco legal o contextual .....	20
d.1. Ley de protección de suelos y control de erosión .....	20
d.2. Ley de fomento a la producción agroecológica u orgánica .....	21

2.2. Hipótesis .....	22
2.2.1. Hipótesis general .....	22
2.2.2. Hipótesis específicas .....	22
CAPITULO III .....	23
3. Diseño metodológico .....	23
3.1. Descripción del lugar .....	23
3.2. Tipo de investigación .....	23
3.2.1. Enfoque.....	24
3.2.2. Según su objetivo .....	24
3.2.3. Desde su nivel u alcance .....	24
3.3. Población.....	25
3.3.1. Tamaño de la muestra.....	25
3.3.2. Tipo de muestreo.....	25
3.4. Descripción de los tratamientos y repeticiones .....	25
3.5. Repeticiones .....	26
3.6. Diseño experimental .....	26
3.6.1. Tipo de diseño .....	26
3.6.2. Proceso de Azarización de los tratamientos. ....	26
3.7. Plano de campo del área experimental DBCA .....	27
3.8. Operacionalización de variables .....	28
3.9. Manejo técnico del experimento.....	29
3.9.1. Establecimiento del cultivo.....	29
3.9.2. Establecimiento de cobertura.....	29
3.9.3. Preparación del terreno.....	29
3.9.4. Fertilización del experimento .....	29
3.9.5. Control de plagas .....	30
3.10. Procesamiento de la información .....	30
CAPITULO IV .....	31
4. Análisis y discusión de resultados .....	31
4.1. Propiedades físicas.....	31
4.1.1. Humedad (%HW) .....	31
4.1.2. Capacidad de Campo (%CC).....	33

4.1.3. Punto de Marchitez Permanente (%PMP).....	34
4.1.4. Humedad Volumétrica (%HA).....	35
4.1.5. Densidad aparente (Dap gr/cm <sup>3</sup> ) .....	37
4.1.6. Espacios porosos (%Ep).....	38
4.2. Propiedades químicas .....	39
4.2.1. Potencial Ión Hidrogeno (pH).....	39
4.3. Propiedad biológica .....	40
4.3.1. Meso fauna del suelo (lombrices).....	40
4.4. Plantas no deseadas .....	41
4.4.1. Comparación de cada uno de los tratamientos.....	42
CAPITULO V .....	43
5.1. conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones.....	44
5.3. Bibliografía.....	45
ANEXOS .....	49

# CAPITULO I

## Introducción

Generalmente en los sistemas de producción agrícolas sostenibles se suelen utilizar de manera frecuente las plantas de coberturas, como Terciopelo (*Mucuna pruriens*) y Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) entre otras leguminosas que tengan beneficio simbiótico con los cultivos y que éstas pueden llegar a mejorar las condiciones de suelo, evitando la erosión (hídrica, eólica), conservando así la humedad relativa en tiempos de sequías, al igual que se disminuye el estrés hídrico por falta de precipitaciones.

Con la meta de evaluar el uso de las plantas de cobertura en la mejora del suelo y el comportamiento de las plantas no deseadas que afectan al cultivo de maíz (*Zea mays*) en la finca Nuevo Sol; se desea estimar el comportamiento de las propiedades del suelo al ser sometido ante el uso de dos especies de plantas de cobertura: Terciopelo (*Mucuna pruriens*) y Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*), de igual manera cómo influyen en la incidencia de arvenses en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

La presente investigación se basa en teorías de otros investigadores que estudiaron a precisión el uso de plantas de coberturas a nivel nacional e internacional. No obstante, para la verificación de estas teorías y comparar resultados bajo condiciones de suelo y clima en la comunidad Granadillo N° 2, municipio de La Dalia, se decide montar un área experimental en la finca Nuevo Sol, bajo el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), lo cual permite realizar un previo análisis científico del comportamiento de cada una de las variables en estudio por cada tratamiento.

Donde no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, estos afectan de manera satisfactoria a las propiedades físicas y biológicas del suelo creando un ambiente propicio para el desarrollo del cultivo; las plantas de cobertura actúan en perfecta relación con el cultivo de maíz desplazando las plantas no deseadas, sin embargo, el suelo a estar expuesto a la variación climática se erosiona con mayor facilidad, el papel de las coberturas es protegerlo mejorando las funciones de una manera eficiente.

## 1.2. Planteamiento del problema

Trewin y Martinez (2005), destacan que los suelos agrícolas de Nicaragua han sufrido degradaciones continuas, debido al mal manejo y uso brindado por los productores, los cuales realizan prácticas inadecuadas que conllevan a provocar grandes pérdidas de suelo fértil, quedando un suelo poco productivo, razón por lo cual los productores tendrían que aplicar grandes cantidades de fertilizantes, para poder obtener muy buenos rendimientos, esto provoca una baja rentabilidad de la actividad agropecuaria realizada. (p.4)

Las prácticas inapropiadas en el uso agrícola del suelo van desde la preparación del suelo, uso irracional de herbicidas en el control de arvenses y enfermedades; lo que ocasiona perjuicios al medio ambiente como al bienestar humano, ya que contribuye a la degradación de los suelos y bajos rendimientos de los cultivos, disminuyendo la rentabilidad en los sistemas de producción agropecuarios y forestales (Lumbi y Muñoz, 2017, p.12)

### Pregunta general

¿Qué efecto genera el uso de coberturas para la mejora de los suelos y control de arvenses que afectan el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la finca Nuevo Sol, La Dalia, Matagalpa, segundo semestre 2020?

### Preguntas específicas

- ¿Qué impacto presentan las plantas de coberturas *Cannavalia* (*Cannavalia ensiformis*) y Terciopelo (*Mucuna pruriens*) sobre las propiedades físicas del suelo?
- ¿Qué efecto tiene el uso de coberturas en el pH del suelo?
- ¿Cómo la macro fauna (lombrices) presenta cambio debido al uso de plantas de coberturas?
- ¿Qué resultados tienen las coberturas vivas sobre el comportamiento de las arvenses (hojas anchas y gramíneas)?

### 1.3. Justificación

Sanchol & Carlos (1997) mencionan que las plantas de cobertura pueden ser utilizadas siguiendo dos enfoques generales: coberturas vivas y coberturas muertas. En el primer sistema las plantas de cobertura conviven con el cultivo principal. Este sistema es frecuentemente utilizado cuando no hay competencia por agua, luz o nutrientes del suelo. (P.113)

Reynoso (2016) identifica que el objeto principal de los cultivos de coberturas es mejorar el suelo. Desde principio del siglo pasado, los agricultores han utilizado cultivos de cobertura para mejorar la fertilidad en el suelo. Además, estos cultivos también proveen de materia orgánica, previenen la erosión y suprimen malezas. Otra función básica es crear y hacer circular los nutrientes del suelo por la energía solar.

La presente investigación está orientada para caracterizar el papel que desempeñan las leguminosas como plantas de cobertura, así determinar el cómo ayudan a mejorar las condiciones de suelo y el comportamiento de las arvenses.

El beneficio mutuo entre el productor e investigadores de la temática abordada y el conocimiento aportado durante el estudio fortaleció las debilidades en la producción de maíz, para así brindar datos que permitan promover la agricultura bajo sistemas amigables con la salud del suelo.

Por medio del presente estudio se procura ser una línea de investigación más para fortalecer el proceso de la transformación de la agricultura convencional a una agricultura más sostenible, que nos permita satisfacer las necesidades humanas de las generaciones futuras. De igual manera servirá como base de investigación a docentes y estudiantes para realizar trabajos que contribuyan en promover el uso de coberturas.

Es una investigación de impacto puesto que en los sistemas de producción del país son pocos los productores que implementan el uso de cobertura en los cultivos. Si bien es cierto hoy en día la agricultura convencional tiene un auge elevado en cuanto al impacto ambiental y económico, por lo cual se pretende dar a conocer que estas juegan un papel importante para la salud y buenas condiciones del suelo.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo general**

- Evaluar el uso de las plantas de cobertura en la mejora del suelo y el comportamiento de las arvenses que afectan al cultivo de maíz (*Zea mays*) en la finca Nuevo Sol.

### **Objetivos específicos**

- Identificar el impacto de las plantas de cobertura Terciopelo (*Mucuna pruriens*), Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) en las propiedades físicas del suelo.
- Determinar la influencia de las plantas de coberturas en parámetro químico del suelo.
- valorar el papel de las plantas de cobertura sobre la propiedad biológica del suelo (lombrices)
- Estimar el comportamiento de las arvenses (hojas anchas y gramíneas) ante las plantas de cobertura, aplicado al cultivo de maíz (*Zea mays*).

## CAPITULO II

### 2.1. Marco referencial

#### a. Antecedentes

##### A nivel internacional

Velásquez (2019) por medio de la investigación definida como “evaluación de cobertura vegetal para la conservación de la humedad del suelo en cultivo de palma de aceite (*Elaeis ginnensis* jacq) en la finca Guanacaste en el municipio de Coatepeque, Quetzaltenango, Guatemala, C.A”, identifico que una de las problemáticas que presentó la plantación de palma de aceite en la finca, gira en torno a que carece de un sistema de riego; buscando minimizar la erosión del suelo y potenciando la retención de humedad, dicha plantación posee una cobertura vegetal, la cual, en época seca, manifiesta un deterioro total, por lo que es necesario realizar una propuesta, de cobertura vegetal que satisfaga la necesidad de retención de humedad en el suelo. Como resultado obtenido de la investigación si existió una mayor retención de humedad si se utiliza cobertura vegetal que cuando no se utiliza debido a que el suelo está descubierto existirá mayor evapotranspiración por lo tanto mayor pérdida de agua, debido que la retención de humedad en suelos con cobertura de *Mucuna bracteata* fue mejor con un promedio de 25.52 % respecto a suelos sin cobertura de *Mucuna* que fue de 22.52 %. (p.1)

Fallas (2016) presentó un estudio sobre la cobertura del suelo del año 2016 del Cantón Tarrazú, San José, Costa Rica, el cual consistió en la “clasificación de la cobertura del suelo del cantón de Tarrazú”. Se utilizaron 3 imágenes LANDSAT 8, las cuales se utilizaron de forma conjunta para realizar la clasificación final, además se validó la clasificación, se elaboró el mapa final de la clasificación para el cantón Tarrazú y de forma individual para los distritos San Marcos, San Lorenzo y San Carlos. A nivel de cantón Tarrazú la cobertura con mayor área fue el bosque secundario, la cual abarcó un 31,5 % (9414,9 ha) del cantón. El bosque maduro, bosque secundario, pastos y cultivo perenne (café) tuvieron mayor presencia en el distrito de San Lorenzo. La exactitud

general de la clasificación alcanzó un valor de 86.86 % teniendo en cuenta las cinco clases analizadas con la matriz de error. Los resultados obtenidos fueron transmitidos en un taller a los funcionarios de la Municipalidad de Tarrazú, explicando su correcto uso, lo que generó una lista de acciones posibles en el cantón de Tarrazú relacionadas a la cobertura del suelo. (p.56)

### **A nivel nacional**

Lumbi & Muñoz (2017) realizaron la investigación titulada “Efectos de las prácticas de la agricultura conservacionista sobre la calidad de suelo y rendimientos productivos en el humedal Moyúa, Ciuda Dario, Matagalpa segundo semestre, 2016”. Cuyo objeto fue de evaluar el efecto de las practicas de agricultura conservacionista sobre la calidad de suelo y rendimientos productivos en el humedal Moyúa. Para la evaluación de ello se utilizó toda la población a causa de que en el universo o las personas de interes en el estudio son pocas se tomaron en cuenta todas las personas las cuales se encuentran organizadas y a su vez beneficiadas por el proyecto Agricultura Suelo y Agua (ASA) ejecutados por la UNAN FAREM- Matagalpa, con apoyo técnico y financiero de CRS. En la investigación se utilizaron metodologías participativas tales como el establecimiento de escuelas de campo, prácticas, intercambio de experiencias de productor a productor. Se aplicó encuesta a los 10 productores organizados en este proyecto de los tres sectores del humedal de Moyúa. La investigacion concluyó que las prácticas de agricultura agroconservacionista mejoraron los rendimientos del cultivo de maiz en las unidades de producción, conservando la calidad del suelo, mejorando junto con la producción, los ingresos económicos aún cuando se reportó un descenso del 14 % de la producción de granos básicos provocados por el bajo régimen de lluvias. (p.5)

Garcia & Torrez (2018), llevaron a efecto la investigación “Efecto de la cobertura *Mucuna pruriens* en la calidad de suelos, siembra asociada con Maíz (*Zea Mays*) finca Laderas de Apante, II semestre 2017”. La investigación se llevó a cabo con el fin de evaluar el efecto de la cobertura *Mucuna pruriens* en la calidad de suelos, siembra asociada con maíz (*Zea Mays*) en la finca Laderas de Apante durante el segundo semestre 2017. Con el objetivo de demostrar que la *Mucuna pruriens* como cobertura en el suelo puede generar buenos resultado, y en el desarrollo del cultivo. Se utilizó el diseño experimental

DBCA con tres repeticiones y cuatro tratamientos. El área experimental fue de 225 m<sup>2</sup> y un área útil por parcela de 18.75m<sup>2</sup> ; los tratamientos utilizados fueron en base a la cobertura, T1 testigo, T2 (2 Ton/Ha), T3 (4 Ton/Ha), T4 (6 Ton/Ha), fertilizante edáfico 12- 24- 12 a razón de 2 qq/mz, los parámetros del suelo evaluados fueron: densidad aparente, porosidad, humedad volumétrica, pH, diversidad biológica, erosión de suelo y rendimientos productivos. Se determinó que los mejores resultados se obtienen en el T3 (4Tn/Ha) y con T4 (6Ton/Ha), logrando la disminución de las pérdidas de suelo; de igual manera los mejores rendimientos se obtienen en T3, seguido del T4 en comparación con el testigo absoluto, lo que permite concluir que la cobertura *Mucuna pruriens* es una alternativa para evitar las pérdidas de suelo y que además contribuye al incremento de la producción de maíz (p.5).

## **b. Marco teórico**

### **b.1. Propiedades del suelo**

Chavarría (2011), señala que por el desconocimiento de las propiedades físicas que posee un suelo muchas veces se le expone a su degradación y con ello la pérdida de sus principales funciones ecosistémicas y su capacidad productiva. Con ello se expone a sus propietarios como a las poblaciones que dependen de la agricultura a escasez de alimentos, inundaciones, sequías, deslizamientos de suelos, licuefacción y otros daños que ponen en peligro la existencia de la vida humana y propiedades. (p.44)

Inusualmente en la agricultura se hace de menos la relevancia de las propiedades del suelo, por ello que en la actualidad nos encontramos con suelos degradados y menos eficiente en cuanto a los rendimientos productivos; es conveniente priorizar la salud de los suelos agrícolas para mantener la producción sostenible y satisfacer las necesidades humanas fundamentales.

Sancllemente & Patiño (2015) determinó que *Mucuna pruriens* adicionada como cobertura muerta o como abono verde en mezcla con fertilizante químico puede mejorar la estabilidad del suelo a corto plazo. Aunque los resultados parecerían contradictorios, la falta de una respuesta positiva en términos de disminución de la erosión se debió probablemente al bajo número de repeticiones utilizadas en dicho ensayo (p.210).

Una de las razones de los productores en evadir esta tecnología para sus fincas o parcelas, es de que los resultados se presentan de manera severa y requieren incrementos de mano de obra al inicio del proyecto; es preciso afirmar que a través de los periodos los costos disminuirán y se compensarán con la salud de los suelos, asegurar una producción rentable, y sostenible. Esto requiere de un monitoreo constante para obtener datos positivos.

Dávila & Polanco (2018) encontraron que en los primeros 10 cm del suelo existe mayor cantidad de carbono orgánico (en comparación a los 20 y 30 cm), las parcelas con cobertura tuvieron mayor concentración de carbono orgánico y se contribuyó a mejorar las propiedades físicas del suelo, como la humedad del suelo, la infiltración básica y la densidad aparente (p.88)

Dávila & Polanco, sostienen que en la investigación efectuada; el uso de las plantas de cobertura contribuye al secuestro de carbono orgánico que a su vez beneficia a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas influenciando sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

## **b.2. Plantas de cobertura**

Santillán (1997), siendo citado por Jara (1997), hace mención de estudio realizado bajo condiciones similares a las de los pequeños productores, la *Cannavalia*, *Dólico* y *Mucuna* han producido 471, 732 y 478 kg de semilla por hectárea, sin embargo, se ha encontrado que bajo condiciones óptimas de crecimiento y fertilidad pueden producir 1820, 2700 y 910 kg/ha de semilla respectivamente. (p.58)

Es importante destacar que, es relevante contar con áreas específicas en la finca, en donde se establezcan cultivos de cobertura, con la finalidad de generar semillas, las cuales se utilizarían como material de regeneración. Pues el objeto de utilizar plantas de cobertura en los cultivos, como incorporación de biomasa vegetativa; lo antes mencionado por los autores destacan el rendimiento de semillas en kg por cada especie de cobertura.

Un material fresco con un alto contenido de nitrógeno, a los 2-3 meses estará ya descompuesto por completo; mientras que la paja seca u hojas de árboles pueden cubrir el suelo hasta 6 meses. Por lo tanto, especialmente en zonas húmedas, se recomienda usar material con poco contenido de nitrógeno para que la protección sea duradera. MINAGRI, 2010 (p.6)

Esencialmente de relevancia utilizar coberturas de especies que su degradación sea precisa; las leguminosas de porte rastreras en caso de el frijol Terciopelo (*Mucuna pruriens*) y Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) su vegetación se degrada fácilmente con la presencia de poca humedad siempre y cuando haya condiciones necesarias para que los organismos descomponedores puedan habitar.

García & Torres (2018) detectaron que las parcelas donde se incorporó la cobertura se logró incrementar los contenidos de humedad del suelo teniendo el Tratamiento 2 y 3 con 38,08%, seguido del Tratamiento 4 con 30,40%; en cambio el testigo no muestra diferencias de humedad. Lo anterior pudo deberse una mayor retención de humedad del suelo por parte de la cobertura lo cual viene a cambiar la estabilidad, el suelo con mejor textura, composición física, mineral y mejor retención del agua para los cultivos. (p.54).

Las plantas de cobertura de suelos son imprescindibles, puesto que ayudan a mantener la humedad en los suelos agrícolas, no así los suelos desprotegidos o que están expuestos directamente a la radiación solar presentan vulnerabilidad a la pérdida de humedad, por ende, los cultivos tienden a tener disponibilidad de la humedad necesaria para realizar sus funciones vitales.

### **b.3. Cultivo de maíz**

Pool, León & González (1998) señalan que el efecto de la cobertura sobre los suelos como protección de un cultivo, no está muy ligado a los años de implementación sino más bien al período de rotación. Con rotaciones cortas se obtiene mayor rendimiento que con períodos largos usando continuamente el cultivo de cobertura. Con el Tratamiento 2 (testigo de referencia en el valle y con cero años con cultivo de cobertura) se obtuvo el menor rendimiento (p.368).

Es evidente que utilizando plantas de cobertura logramos incrementar porcentualmente cada año los rendimientos productivos de los sistemas agrícolas referidos a las gramíneas, esto si logramos una rotación constante en cada ciclo de producción y así

incorporando al suelo la vegetación fresca de las plantas de cobertura utilizadas como medios de recuperación y conservación de suelo.

Ross (2017) logró determinar el papel de las coberturas en la retención de humedad y su efecto en los rendimientos productivos en el cultivo de maíz, al respecto “destaca que para producir una tonelada de maíz se necesitan 59.1 mm con cobertura versus 70 mm con suelo desnudo. Tomando esos datos obtenemos una diferencia de 986 Kg ha<sup>-1</sup> producto de la presencia de cobertura”

La cobertura influye sobre la retención de humedad ya que crean un microclima en la vegetación disminuyendo porcentualmente la evaporación del agua. Estas son la solución previa a los cambios bruscos de precipitaciones, es decir que teniendo coberturas en los suelos mitigamos las deficiencias hídricas en los cultivos durante los fenómenos de sequía que afectan en cada ciclo de producción.

#### **b.4. Plantas no deseadas**

Ligaña (2014) menciona que los cultivos de cobertura tienen efecto demostrado en el control y reducción de malezas en relación a parcelas sin uso de coberturas; en el caso de las malezas gramíneas se reduce en 31% y hoja ancha 18%, lo cual es significativo. Sin embargo, para el coyolillo no hubo diferencia significativa. Esto muestra que en la competencia por luz predominó el cultivo de cobertura sobre las malezas gramíneas y hoja ancha. (p.10)

Se evidencia que las coberturas tienen un efecto positivo ante el control de malezas en los cultivos, además de que son las responsables para la generación de materia orgánica; tomando ventajas en el crecimiento sobre las gramíneas y las hojas anchas reduciendo así el uso de herbicidas para el control de malezas.

## **c. Marco conceptual**

### **c.1. El Suelo**

Raudes & Sagastume (2009) recalcan que desde el punto de vista de un edafólogo que estudia el suelo como un cuerpo natural, sin relacionarlo con la agricultura, el suelo es un cuerpo natural constituido por materia orgánica e inorgánica, diferenciado de una roca madre por varios horizontes de diferentes profundidades, con propiedades físicas, morfológicas, composición química y características biológicas particulares y diferentes entre sí. (p.15)

Si bien es cierto, para que se den la formación de los suelos es necesario la intervención de factores como: el clima, organismos, relieve, material parental, y tiempo. Cada uno de estos factores influyen para que se de origen a los suelos agrícolas que en la actualidad se conocen.

Silva, Silva, Garrido, & Edmundo (2015), definen el suelo como “una matriz sólida, no rígida, compuesta de aproximadamente 50% de partículas minerales u orgánicas y 50% de espacio poroso ocupado por aire y agua”.

Entre el 50% que se encuentran las partículas minerales y orgánicas están distribuidas de la siguiente manera; un 45% que la ocupan los minerales y solo un 5% la materia orgánica. Un 25% agua y respectivamente un 25% de aire que complementa el otro 50% de espacios porosos como lo describe Silva en sus escritos.

### **c.2. Formación del suelo**

Ortiz (2015) señala que “Los procesos de edafogénesis son una compleja secuencia de reacciones químicas y mecanismos físicos y biológicos que conducen a la diferenciación de distintos tipos de horizontes, caracterizados por unas propiedades, que dan lugar a la formación del suelo” (p.54)

Los procesos de formación de suelo se ven influenciado por los factores como tiempo, clima, precipitación, que dan origen a la formación de suelo dándose meteorizaciones químicas, físicas y biológicas; actuando así sobre el material parental u roca madre.

Ildelfonso (2018) infiere que, “el suelo es el resultado y la interacción de al menos cinco tipos de factores como el clima, la roca madre, el tiempo, el relieve, los seres vivos y a veces el agua libre dentro del perfil, de las capas freáticas” (p.94)

En los escritos que se registran en la actualidad se concluye, que para efectos de la formación de los suelos es necesario la intervención del factor clima para crear las condicione y que así los organismos puedan tener un hábitat sobre la roca madre o material parental, con el tiempo ella se degrada dando orígenes a suelos con distintos relieves.

### **c.3. Caracterización de los suelos**

Borja & Valdivia (2015) definen que, la interacción de los componentes del suelo, minerales; materia orgánica; agua y aire, en proporciones variable determinan las propiedades físicas del suelo, textura; estructura; color; profundidad. Las propiedades químicas serán analizadas en el tema concerniente a la nutrición de los vegetales. (p.43)

Es importante destacar que, para realizar una labor o proponer un cultivo, es necesario realizar la caracterización de los suelos agrícolas, y condiciones climáticas. Ya que la eficiencia de un cultivo depende de las condiciones edafoclimáticos y el manejo agronómico.

#### **c.4. Propiedades físicas del suelo**

Cruz, Barra, Castillo, & Gutiérrez (2004) establecen que, las propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo son aquellas que reflejan la manera en que este recurso acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, la emergencia de las plántulas, la infiltración o el movimiento del agua dentro del perfil y que además estén relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros. (p.93)

Las propiedades físicas del suelo es uno de los factores principales para las plantas puesto que, en ello influye la capacidad de que la planta pueda desarrollar un sistema radicular apropiado a sus necesidades; permite el conocimiento para tomar decisiones si el suelo está pasando por situaciones que le permitan degradarse o perder su fertilidad. Así mismo, nos da los datos necesarios para tomar decisiones en aplicaciones de riego y sistemas de drenajes.

##### **c.4.1. Textura de suelo**

Chavarría (2011) describe como la determinación y distribución de las partículas de diferentes tamaños en los suelos se llama análisis mecánico. Existen varias técnicas para determinar el porcentaje de distribución de las partículas según su tamaño, pero la mayor parte de ellas suponen la completa dispersión de las partículas en agua (por lo general conteniendo un detergente), separación en categorías por tamaños y cálculos de los porcentajes de cada categoría según su peso. (p.44)

La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, dando origen a los tipos de suelos, y la manera en que se organizan por su tamaño y peso, obteniendo datos importantes para la toma de decisiones en los cultivos, sin embargo, la textura esta determinada por los porcentajes de las partículas (arena, limo, arcilla).

#### **c.4.2. Densidad Aparente DAP**

Luque (1989) Siendo citado por, Campero (s.f) refleja que es la masa de una unidad de volumen de suelo seco y no perturbado, para que incluya tanto a la fase sólida como a la gaseosa englobada en ella. Para establecerla debemos tomar un volumen suficiente para que la heterogeneidad del suelo quede suficientemente representada y su efecto atenuado. Es muy variable según el suelo, incluso en cada uno de los horizontes porque depende del volumen de los poros. Si el suelo es compacto, la densidad sube. (p.2)

Es un indicador de la compactación del suelo y el contenido de la materia orgánica, calculado como el peso seco del suelo dividido por su volumen, esto incluye el volumen de las partículas del suelo y el espacio de poroso entre las partículas del suelo. La densidad aparente es expresada en g/cm<sup>3</sup>.

#### **c.5. Propiedades químicas del suelo**

Garcia & Herran (2015) argumentan que la química del suelo es una de las ramas que estudia las condiciones químicas o bioquímicas por ejemplo los procesos de adsorción, intercambio iónico y quelación, al igual que el estudio de la estructura, composición y funciones del humus (materia orgánica humificada) que están relacionadas con el crecimiento de las plantas. El estudio de las fracciones coloidales, inorgánicas, orgánicas o mixtas. Los procesos químicos dirigidos a modificar las condiciones naturales de los suelos para lograr una mayor producción vegetal, y en los que están involucrados aspectos como el pH y la fertilización. (p.25)

En las propiedades químicas de los suelos juegan un papel muy importante ya que gracias a ello es posible que se den interacciones entre los elementos que son vitales para el desarrollo de las plantas y por ende mejoran su capacidad de producción.

### **c.5.1. Potencial ion hidrógeno del suelo (pH)**

CRS (2019) “Es un parámetro que permite conocer que tan acida o alcalina es la solución del suelo donde las raíces de los cultivos toman los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo” (p. 2).

El potencial ion hidrógeno (pH) juega un papel importante para las plantas ya que es un indicador que señala la disposición de nutrientes, así como la disponibilidad de ellos. Un correcto pH es indispensable para la eficiencia en el uso de las fertilizaciones

### **c.5.2. Escalas de pH**

Tecnicoagricola (2013) sustenta que, “El pH puede variar desde 0 a 14 y de acuerdo con esta escala los suelos se clasifican en: Suelos ácidos (pH inferior a 6,5), suelos neutros (pH entre 6,6 y 7,5), suelos básicos (pH superior a 7,5)”. (p.1)

El potencial ion hidrógeno (pH) es una unidad de medida establecida y no constante en la cual los suelos tienen un lugar de acuerdo a sus propiedades.

## **c.6. Propiedades biológicas del suelo**

### **c.6.1. Macro fauna del suelo**

CRS (2016) citado por Aráuz & Campos (2017) refiere que entre las especies de suelo mayores de 2mm de longitud, se pueden incluir lombrices, hormigas, miriápodos, larvas, entre otros. (p.41)

El objetivo de medir este indicador es entender y medir la evolución de la biodiversidad del suelo en su propiedad biológica producto de las intervenciones en restauración, manejo integrado de la fertilidad de los suelos. Los resultados de se reflejan en kilogramos de biomasa encontrada por cada metro cubico de suelo explorado (kg/m<sup>3</sup>).

## **c.7. Plantas de cobertura de suelo**

Tesauro (2013) identifica la importancia que tienen las coberturas, al respecto cita “Cultivo producido entre periodos de producción regular del cultivo principal con el objeto de proteger el suelo contra la erosión y mejorar su productividad, salud y calidad”. (p.1)

El objetivo principal de los cultivos de cobertura es mejorar el suelo. Los agricultores han utilizado cultivos de cobertura para mejorar la fertilidad en el suelo. Además, estos cultivos también proveen de materia orgánica, previenen la erosión y suprimen malezas. Otra función básica es crear y hacer circular los nutrientes del suelo por la energía solar.

### **c.7.1. Función de las plantas de cobertura**

Pound (1997) señala que las plantas de cobertura cumplen papeles muy importantes para las familias agrícolas de pocos recursos y en pequeña escala en América latina. Reducir la degradación de recursos naturales: reducir residuos de agroquímicos; reducir pérdidas de suelo por erosión; reducir deforestación y la pérdida de biodiversidad; reducir pérdidas de fertilidad por el quemado; mejorar infiltración de agua y así reducir inundación y sedimentación. (p.99)

Estas plantas juegan un papel esencial en la conservación de los suelos, ya que con ellas se controlan aquellas plantas no deseadas, teniendo un mejor manejo de la fertilidad de los suelos, reduciendo costos en las familias agrícolas disminuyendo la degradación de los recursos naturales.

### **c.7.2. En la mejora y protección de los suelos**

Pound (1997) menciona que los cultivos de cobertura son convenientes en su efecto sobre la fertilidad de los suelos, proteger el suelo cuando no está cultivado. Suministrar una fuente adicional de materia orgánica para mejorar la estructura del suelo. Reciclar los nutrientes (especialmente el fósforo y el potasio) y movilizarlos en el perfil del suelo con el fin de facilitar su disponibilidad para los siguientes cultivos. Actuar como "labranza

biológica" del suelo; las raíces de algunos cultivos, especialmente de crucíferas como el rábano oleaginoso, son pivotantes y capaces de penetrar capas compactadas o muy densas, incrementando la capacidad de percolación de agua del suelo. Utilizar los nutrientes fácilmente lixiviarles especialmente el nitrógeno (N). (p.99)

La cobertura vegetativa favorece en la mejora y protección de los suelos, ya que favorece en el incremento del proceso microbiológico, para el aumento de la materia orgánica, mejorando así la retención de humedad del suelo, pues reduce la evaporación e incidencia de enfermedades en los cultivos al evitar salpique de agua, suelo al follaje.

### **5.4.3. Descripción taxonómica de las plantas de cobertura**

#### **5.4.3.1. Terciopelo (*Mucuna pruriens*)**

Mauricio (2018) caracteriza a la especie Terciopelo (*Mucuna pruriens*) como una planta anual, arbusto trepador con largos zarcillos que le permiten llegar a más de 15 m. Sus granos son blancos, lavanda, o púrpura; flores y vainas cubiertas de pelos anaranjados, causantes de severa hinchazón y alergia si se ponen en contacto con la piel. Los granos son negros o pardos brillantes. Se encuentran en África tropical, India, Caribe. (p.2)

Es una planta de crecimiento vigoroso, que se establece fácilmente sin mayor preparación del suelo, esta puede ser de hábito rastrero o trepador, por lo cual puede llegar a medir hasta 15m. sus flores son en racimos largos de color púrpuras y dependiendo de la variedad hay altas variaciones de los colores de las semillas. Esta planta suele ser usada como abono verde, cultivo de cobertura contra plantas no deseadas y como forraje por su alto contenido de proteína.

#### **5.4.3.2. Frijol cannavalia (*Cannavalia ensiformis*)**

Guillen (2016) señala que el frijol *Cannavalia* (*Cannavalia ensiformis*) pertenece a la familia botánica de las Fabáceas, mientras otra clasificación las incluye entre las leguminosas, puede vivir por dos años a más. Esta especie se comporta y desarrolla satisfactoriamente en zonas ubicadas a 1700 msnm entre los 15 y 30 0C, se adapta bien en suelos fértiles como en suelos pobres de nutrientes. Es tolerante a la sequía y a la sombra, pero no a las condiciones excesivas de humedad, lo cual la hacen más adecuada para las zonas secas. (p.6)

Se considera una leguminosa anual que se adapta fácilmente a suelos fértiles y a suelos pobre de nutrientes, ya que es tolerante a las sequilla, la cual se desarrolla sin ningún problema en zonas secas, esta planta tiene un gran uso potencial como abono verde, cultivo de cobertura, en algunos casos como insecticida. Es utilizada como planta de cobertura por sus características de adaptabilidad. Se puede asociar con cultivos como las gramíneas.

#### **c.8. Plantas no deseadas que afectan al cultivo de maíz**

Una maleza es cualquier planta que constituye un peligro, molestia o causa daños al hombre, animales o, en este caso, al cultivo de maíz. El desarrollo del cultivo de maíz en los primeros 30 días es crítico, por lo que se debe asegurar que crezca libre de la competencia de malezas, pues se estima que éstas son causantes del 10 al 80% de la reducción en su rendimiento. Es importante distinguir entre malezas de hojas anchas y gramíneas, ya que difieren en su reacción a herbicidas y métodos de control. En el cuadro 6 se muestran algunas malezas que afectan al cultivo de maíz. (Enrique, 2018. p.13).

Las malezas o arvenses son todas aquellas plantas no deseadas en un cultivo determinado, puesto que estas compiten con todos los factores edafoclimáticos que requiere el cultivo en cada una de sus etapas fenológicas, causando la reducción en el rendimiento de producción por los daños o molestias que estas causan.

## **d. Marco legal o contextual**

### **d.1. Ley de protección de suelos y control de erosión**

DECRETO No. 1308. Aprobado el 29 de agosto de 1983 Publicado en La Gaceta No. 199 del 31 de agosto de 1983

#### **Capítulo I, Disposiciones generales**

**Artículo 1.-** La presente Ley establece las normas especiales referentes a la protección de suelos y al control de la erosión y la vigilancia del cumplimiento de las mismas por parte del Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA).

**Artículo 4.-** Todo proyecto de conservación de suelos que establezca a nivel individual o regional, cualquier usuario público o privado, lo mismo que la modificación de obras existentes de conservación de suelos, deberá ser analizado y aprobado por IRENA, reservándose el derecho a determinar las medidas correspondientes en cada caso. Asimismo, IRENA podrá emprender bajo su ejecución obras de conservación de suelos.

#### **Capítulo IV de los suelos**

##### **Sección I**

##### **Normas Comunes**

**Art. 95** Para el uso y manejo de los suelos y de los ecosistemas terrestres deberá tomarse en cuenta:

- 1) La compatibilidad con la vocación natural de los mismos, cuidando de mantener las características físicas/químicas y su capacidad productiva. Toda actividad humana deberá respetar el equilibrio de los ecosistemas.
- 2) Evitar prácticas que provoquen erosión, degradación o modificación de las características topográficas y geomorfológicas con efectos negativos.

**Art. 96** En terrenos con pendientes iguales o superiores a 35%, los propietarios, tenedores o usuarios, deberán mantener la cobertura vegetal del suelo e introducir cultivos y tecnologías aptas para prevenir o corregir la degradación del mismo.

**Art. 97** En aquellas áreas donde los suelos presenten niveles altos de degradación o amenaza de la misma, el Ministerio Agropecuario y Forestal en coordinación con el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales y con los Concejos Municipales y las Regiones Autónomas respectivas, podrán declarar áreas de conservación de suelos dentro de límites definidos, estableciendo normas de manejo que tiendan a detener su deterioro y aseguren su recuperación y protección.

## **d.2. Ley de fomento a la producción agroecológica u orgánica**

**LEY N° .765, Aprobada el 14 de abril del 2011. Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°124 de 05 de Julio del 2011**

Capítulo I Disposiciones generales

### **Art.4. Principios**

En los sistemas de producción agroecológica u orgánica se aplicarán los siguientes principios:

5) Manejo sostenible de la tierra: Usos y practicas productivas dirigidas a revertir la degradación de la tierra y la vegetación, la erosión de los suelos, la perdida de la capa superficial del suelo y tierras fértiles en las áreas áridas, semiáridas y sud húmedas secas, causadas principalmente por las actividades humanas inadecuadas y por las variaciones del clima, de acuerdo a las capacidades y vocaciones de los ecosistemas y agro ecosistemas.

## **2.2. Hipótesis**

### **2.2.1. Hipótesis general**

**Ha.** El uso de terciopelo (*Mucuna pruriens*) y *Cannavalia ensiformis* presentan diferencia estadística significativa (0.05) en la mejora de los suelos con un nivel de confianza del 95%.

**Ho.** El uso de terciopelo (*Mucuna pruriens*) y *Cannavalia ensiformis* no presentan diferencia estadística significativa (0.05) en la mejora de los suelos con un nivel de confianza del 95%.

### **2.2.2. Hipótesis específicas.**

**Ha.** El uso de plantas de coberturas presenta diferencia estadística significativa (0.05) sobre propiedades físicas del suelo con un nivel de confianza del 95%.

**Ho.** El uso de plantas de coberturas no presenta diferencia estadística significativa (0.05) sobre propiedades físicas del suelo con un nivel de confianza del 95%.

**Ha.** El uso de plantas de cobertura presenta diferencias estadísticas significativas (0.05) sobre los agentes biológicos del suelo con un nivel de confianza del 95%.

**Ho.** El uso de plantas de cobertura no presenta diferencias estadísticas (0.05) significativas sobre agentes biológicos del suelo con un nivel de confianza del 95%.

## CAPITULO III

### 3. Diseño metodológico

#### 3.1. Descripción del lugar

Img 1. Mapa de la Finca Nuevo Sol.



Fuente: Google Earth.

La finca Nuevo Sol, se encuentra ubicada en la comunidad de Granadillo No 2, en el municipio de la Dalia, departamento de Matagalpa.

Esta se encuentra localizada a 5 km de la cabecera municipal, la Dalia y a 45km de la ciudad de Matagalpa.

El centro de la parcela de estudio se encuentra entre las coordenadas  $13^{\circ} 5'43''N$  de latitud y  $85^{\circ}44'5.6''O$  de longitud. A una elevación sobre el nivel del mar que va de 500 a 600 msnm.

#### 3.2. Tipo de investigación

La presente investigación, es de carácter experimental, puesto que el propósito de ella es descubrir las causas y efectos de un fenómeno llevado a campo. La cual se realiza cuando no tienes suficientes datos que respalden tus decisiones.

### **3.2.1. Enfoque**

Según, Sampiere, Fernandez, & Baptista (2006). “El enfoque de la investigación es cuantitativa ya que usa la recolección de datos para probar Hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. (p.8)

Se realizaron mediciones de las variables en estudio para así obtener un análisis estadístico y dar una solución a la teoría planteada.

La investigación se caracterizó por ser cuali-cuantitativa por la forma en cómo se caracterizan las variables.

### **3.2.2. Según su objetivo**

Es una investigación aplicada, puesto que se busca resolver un problema específico u desarrollar una aplicación práctica para satisfacer necesidades concretas.

Para que la investigación aplicada sea eficiente, es imprescindible contar con una base de conocimientos previos por lo que se construye frecuentemente a partir de la investigación básica.

### **3.2.3. Desde su nivel u alcance**

Tiene como objetivo medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables, en un contexto en particular. En ocasiones solo se realiza la relación entre dos variables, pero frecuentemente se ubican en el estudio relaciones entre tres o más variables. (Hernández, 2004. p.9)

Es una investigación correlacional ya que se busca evaluar la relación entre cada una de las variables, y así exponer las causas que contribuyeron en su valoración.

### **3.3. Población**

Para Hernandez Sampieri (2014). "una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones" (p.174)

La población sujeta a la investigación es de nueve muestras que se extrajeron en cada una de las parcelas del diseño experimental y fueron sometidas a estudio.

#### **3.3.1. Tamaño de la muestra**

Para el análisis se utilizaron 9 muestras extraídas en las parcelas experimentales, las características que éstas presenten serán atribuidas por estimación a la población.

#### **3.3.2. Tipo de muestreo**

Muestreo no probabilístico donde la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador. (Hernandez, Sampieri, 2014. p.174)

El muestreo utilizado es dirigido ya que la recolección se realizó del centro de las parcelas para facilitar la toma y cantidad de muestras.

### **3.4. Descripción de los tratamientos y repeticiones**

**3.4.1. Testigo:** Sin planta de cobertura.

**3.4.2. Tratamiento 2:** Uso de terciopelo (*Mucuna pruriens*) como planta de cobertura, al cual se le midió su influencia sobre las propiedades del suelo y como ayuda a controlar las plantas no deseadas en el lugar de plantación.

**3.3. Tratamiento 3:** Uso de cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) como planta de cobertura y ver su influencia en el comportamiento de las propiedades del suelo y como reduce la incidencia de plantas no deseadas.

### **3.5. Repeticiones**

Se estipularon tres repeticiones para cada uno de los tratamientos planteados en la parcela experimental, distribuidos en tres bloques.

### **3.6. Diseño experimental**

Para establecer el área de trabajo de campo se utiliza un diseño experimental, el cual se le manipula constantemente a los individuos de la población para conocer su comportamiento ante los tratamientos a los que se someterán.

#### **3.6.1. Tipo de diseño**

El diseño utilizado para el experimento fue de un DBCA (Diseño en Bloques Completamente al Azar).

“Conocido como diseño de doble vía, se aplica cuando el material es heterogéneo. las unidades experimentales homogéneas se agrupan formando grupos homogéneos llamados bloques”

#### **3.6.2. Proceso de Azarización de los tratamientos.**

Para la azarización de cada uno de los tratamientos en los bloques se efectuó una tómbola con 3 papeles que indicaron el nombre de cada tratamiento los cuales se iban a distribuir por cada bloque.

### 3.7. Plano de campo del área experimental DBCA

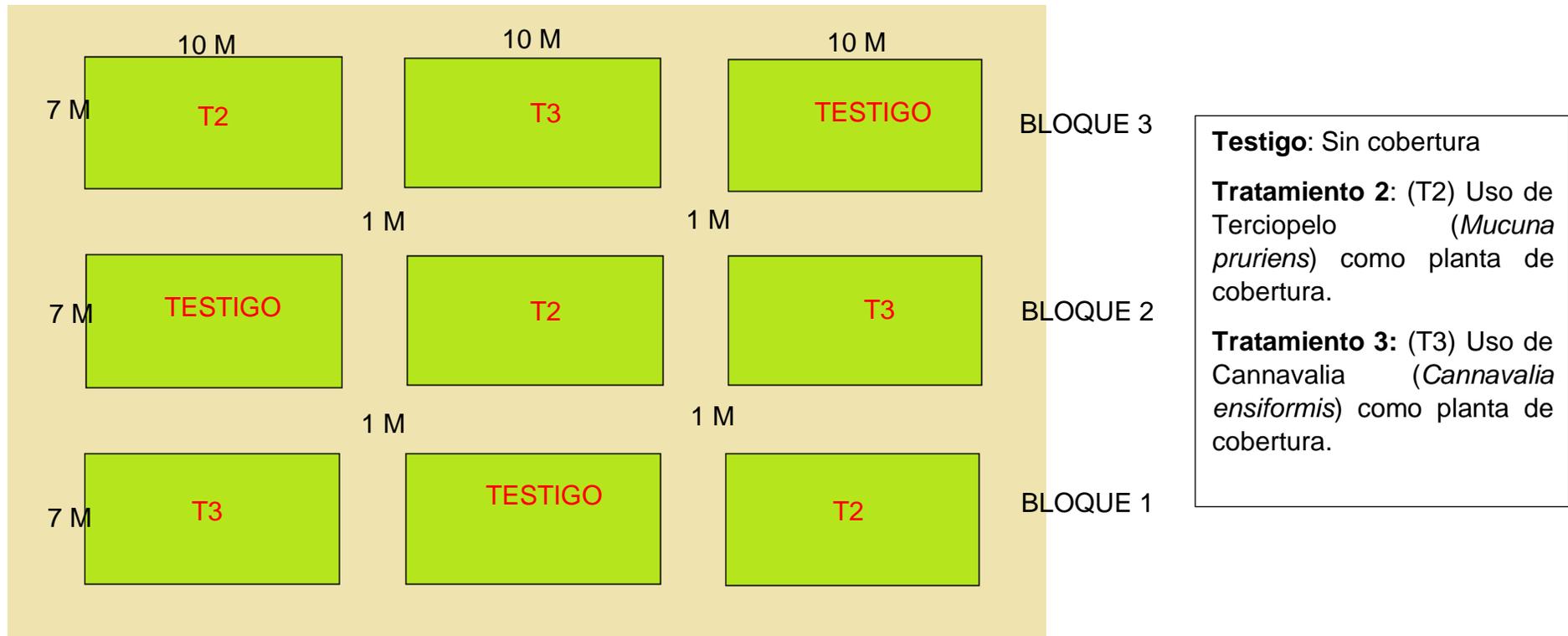


Fig1. Plano de campo

Fuente: Elaboración propia

Cada una de las parcelas en los bloques presenta una medida de 10 metros de largo por 7 metros de ancho, con un espacio de 1 metro entre las divisiones.

### 3.8. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variable

Objetivos	Variable	Indicadores	Método	Medios
Analizar el impacto de las plantas de cobertura de suelo; Terciopelo ( <i>Mucuna pruriens</i> ), Cannavalia ( <i>Cannavalia ensiformis</i> ) en las propiedades físicas del suelo.	Propiedades físicas del suelo	Densidad aparente, Densidad real, % humedad, % CC, % PMP, Agua aprovechable, porosidad,	Laboratorio	Cilindro, pesa, horno, libreta, palas, machete
Demostrar cómo influyen las plantas de coberturas ante las propiedades químicas del suelo.	Propiedad química del suelo	Potencial ion hidrógeno (pH)	Laboratorio	Electrodo, libreta, agua destilada
Especificar el papel de las plantas de cobertura sobre los agentes biológicos del suelo.	Propiedad biológica del suelo	Macro fauna del suelo (lombrices)	Monolito	Pesa, lombrices, pala, libreta
Estimar el comportamiento de las plantas no deseadas ante las plantas de cobertura, aplicado al cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> ).	Arvenses	hojas anchas y gramíneas	Transecto	Cinta, libreta, cuerda

Fuente: Elaboración propia

### **3.9. Manejo técnico del experimento**

#### **3.9.1. Establecimiento del cultivo**

Se establece el cultivo de variedad criolla Olote rojo, siembra a una densidad de 40 cm entre plantas y 80 cm entre surcos. Para ello fue necesario un total de 4 libras de semillas.

#### **3.9.2. Establecimiento de cobertura**

Frijol Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) y Terciopelo (*Mucuna pruriens*) se establecen a las densidades de siembra de 25 cm entre plantas y 80 cm entre surcos, para ello se utilizaron 6 libras de semillas por cada una de las coberturas.

Cabe mencionar que tanto la cobertura como el cultivo se establecieron en la misma fecha, se presentaron las germinaciones entre los días 5-7 posterior de la siembra.

#### **3.9.3. Preparación del terreno**

Para la preparación del terreno antes de montar el experimento se efectuó una limpieza del área de forma cultural utilizando machetes, por consiguiente 15 días posteriores se aplicó un herbicida post-emergente de contacto, no selectivo (Gramoxone) a una dosis de 70 cc por 20 litros de agua.

#### **3.9.4. Fertilización del experimento**

Se realizaron aplicaciones foliares semanales de Oligomix, enraizador y zinc en las primeras etapas de crecimiento del cultivo y las coberturas.

Se ejecutaron tres fertilizaciones en el cultivo a partir de las etapas de crecimiento. La primera fertilización se hizo en etapa de crecimiento a los 8 días después de la germinación, la fórmula utilizada 18-46-0 ayuda a estimular el crecimiento radicular de la planta. Se aplicaron 3 gr/planta.

Una segunda aplicación se llevó a cabo con el objeto de proporcionar Nitrógeno al cultivo, para ello se utilizó Nitre-extend, fórmula nitrogenada que estimula el crecimiento vegetativo de las plantas. Dicha labor se llevó a cabo 45 días después de la germinación, a una dosis de 3 gr/planta.

La tercera aplicación se facilitó en la etapa de panojamiento, octava semana de edad del cultivo. Aplicando urea y muriato de potasio 2 gr de cada fórmula por planta.

### **3.9.5. Control de plagas**

Durante el ciclo de producción, el cultivo se vio afectado en la etapa de desarrollo de la semana uno a la tres por Diabrotica (*Diabrotica spp*), se caracteriza por las lesiones en las hojas de la planta.

Para el control de ella se utilizó insecticidas de contacto (cipermetrina) a una dosis de 50 cc/bomba, aplicando de una manera homogénea a todo el cultivo priorizando el follaje de la planta.

Así mismo se presentaron altas incidencias de cogollero, plaga que afecta el ápice de la planta, impidiendo el crecimiento, las incidencias superaron el 40% de las plantas. Para su control se realizó una aplicación de Cipermetrina y 2 de Clorpirifos en horas de la tarde.

### **3.10. Procesamiento de la información**

Para el procesamiento de los datos obtenidos es campo y realizar un buen análisis de ello se usa el programa Microsoft Excel, que permite la facilidad de poder procesar cada uno de los datos.

## CAPITULO IV

### 4. Análisis y discusión de resultados

#### 4.1. Propiedades físicas

##### 4.1.1. Humedad (%HW)

Castellanos & Chocobar (2013) describen el contenido de humedad del suelo como un indicador complementario y necesario en numerosos análisis pedológicos. Este contenido ha sido expresado tradicionalmente como la proporción de la masa de humedad con respecto a la masa de la muestra de suelo después de que ha sido secada a un peso constante, o como el volumen de humedad presente respecto al volumen total de la muestra de suelo. (p.1)

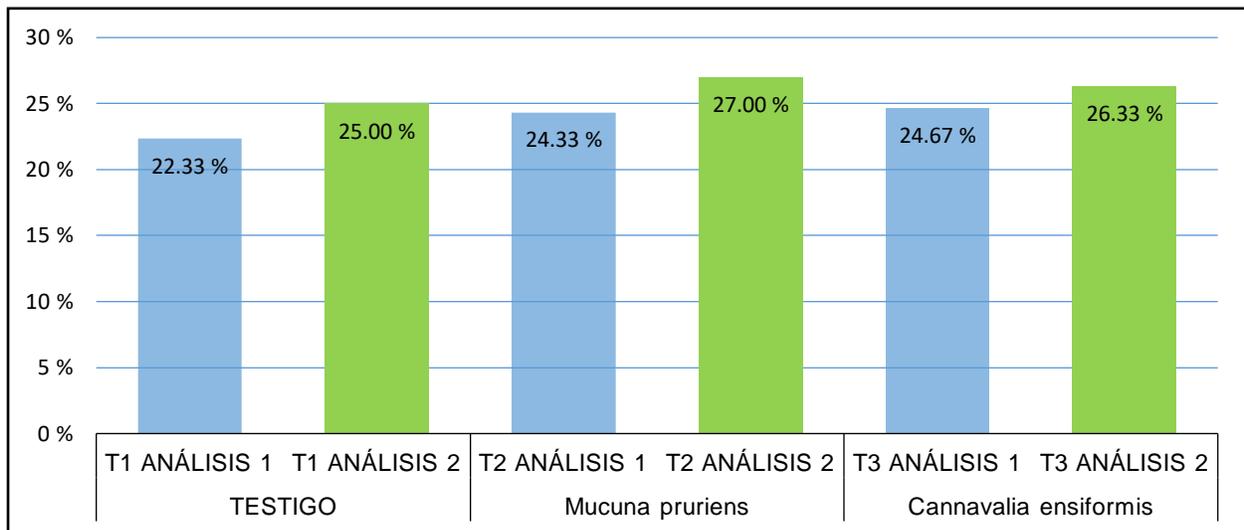


Gráfico 1. Humedad del suelo.

Fuente: Resultados de investigación

Garcias & Torres (2018) detectaron que las parcelas donde se incorporó la cobertura se logró incrementar los contenidos de humedad del suelo teniendo el Tratamiento 2 y 3 con 38,08%, seguido del Tratamiento 4 con 30,40%; en cambio el testigo no muestra diferencias de humedad. (p.54)

El efecto de las coberturas es evidente para incrementar la humedad del suelo, Garcias & Torres, estipulan que a mayor cantidad de cobertura de *Mucuna pruriens* se logra tener datos mas relevantes en cuanto al incremento de la humedad; por lo que en la presente investigación se verifica lo siguiente.

Se estima que cada uno de los tratamientos se comporta de una manera diferente según su efecto sobre la humedad del suelo, el tratamiento Testigo (sin cobertura) aumentó de manera singular por la incidencia de plantas no deseadas que ayudan de manera indirecta; no obstante, antes de que se estableciera el cultivo de cobertura las condiciones de humedad para el T2, Cobertura Terciopelo (*Mucuna pruriens*) se estimó de 24.33% logrando incrementar después de incorporarse la cobertura a un 27.00%; esto nos indica que *Mucuna pruriens* tiene un mayor efecto sobre el aumento de la humedad en el suelo. En cambio, el Tratamiento 3, cobertura Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) presenta al inicio un 24.67% de humedad y posterior a ello un valor de 26.33% esto indica que la humedad retenida en el suelo es mínima en comparación al T2 (*Mucuna pruriens*).

Tabla 2. ANDEVA para la humedad del suelo

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	Probabilidad	FT
Tratamiento	6.22	2	3.11	1.27	0.37	6.94
Bloque	14.89	2	7.44	3.05	0.16	6.94
Error	9.78	4	2.44			
Total	30.89	8				

Fuente: resultados de investigación

Aunque aritméticamente se aprecian diferencias entre los tratamientos en cuanto a la humedad gravimétrica. Al realizar los análisis estadísticos (ANDEVA), estos no detectan diferencias significativas en los tratamientos con un nivel de confianza de 95% y un error de 0.05, para efecto de ello como el Fc (1.27) del tratamiento es menor que el F tabulado (6.9443) y el Fc de los bloques (3.05) también es menor que el F tabulado, se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

Es decir que, los tratamientos ejercen una acción similar y mismo comportamiento para la mejora de la humedad del suelo.

#### 4.1.2. Capacidad de Campo (%CC)

La capacidad de campo es la capacidad que tiene un suelo de retener la humedad o agua después de haber sido sometido a una saturación y dejado drenar libremente.

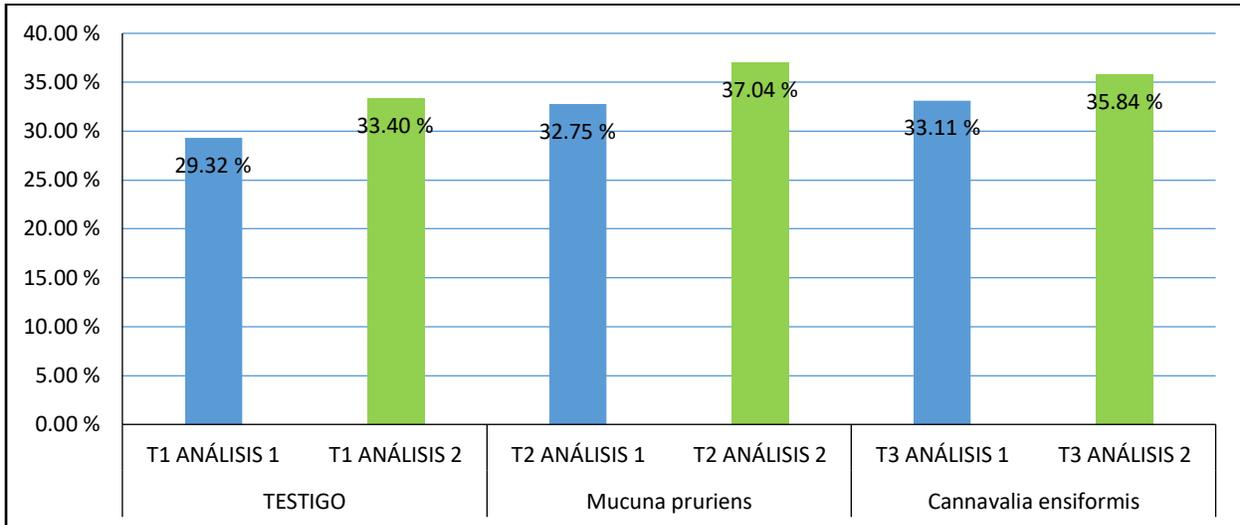


Gráfico 2. Capacidad de campo (%CC)

Fuente: Resultados de investigación

El efecto del *Mucuna pruriens* (T2) es evidente en la gráfica, donde se nota que el suelo logra incrementar su capacidad de retener mayor humedad; al inicio solo se retenía 32.75% del agua y posterior a la introducción de la cobertura se logra incrementar a un 37.04%. por otra parte, el Tratamiento 3 (cobertura con *Cannavalia ensiformis*) no logra incrementar a gran porcentaje la capacidad de retención de agua presentando al inicio un 33.11% de Capacidad de campo y al finalizar la validación, denota un porcentaje de 35.84%. El tratamiento Testigo se comportó de una manera similar al tratamiento 3 puesto que la incidencia de otras plantas y el cultivo ayuda a retener humedad en el suelo.

Tabla 3. ANDEVA para la capacidad de campo (%CC)

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Fuente de variación	SC	GL	CM	F	Probabilidad	F.tab (0.05)
Tratamiento	24.948	2	12.474	0.318	0.745	6.944
Bloque	33.642	2	16.821	0.429	0.678	6.944
Error	157.016	4	39.2054			
Total	215.606	8				

Fuente. Resultados de investigación

Por consiguiente, pese a la variación de los resultados el primer y segundo laboratorio en el periodo de inicio-fin de la investigación; el análisis de varianza de los tratamientos manifiesta que: todos los tratamientos ejercen una misma función numérica, se comportan de manera homogénea presentando datos positivos en la mejora de la capacidad de campo (%CC). Puesto que el F calculado del tratamiento es de 0.318 y el F tabulado con un nivel de confianza 95% (0.05) es de 6.944, se rechaza la hipótesis alternativa; aceptando así la hipótesis nula de uniformidad.

#### 4.1.3. Punto de Marchitez Permanente (%PMP)

Silva, Silva, Garrido, & Edmundo (2015) expresan que es el contenido de agua de un suelo al cual la planta se marchita y ya no recobra su turgencia al colocarla en una atmósfera saturada durante 12 horas. Por convención corresponde al contenido de agua a una tensión o potencial mátrico de -15 bares. (p.9)

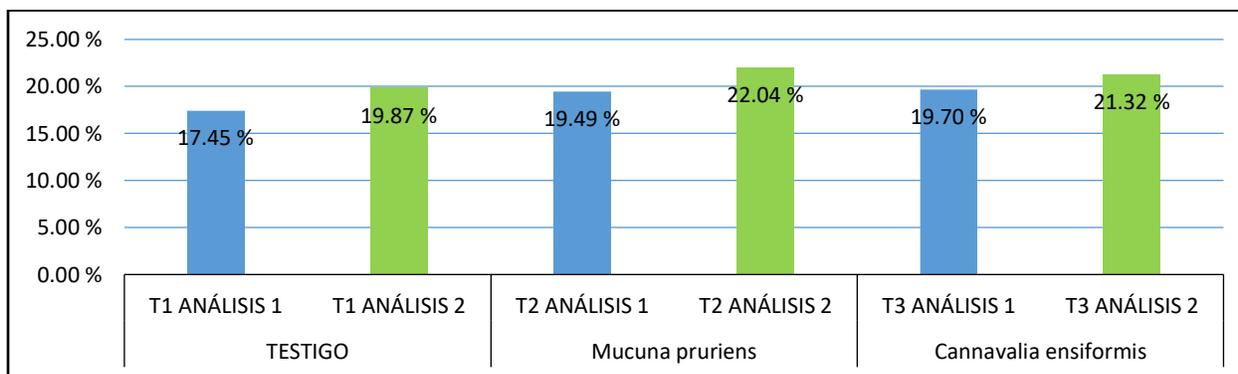


Gráfico 3. Punto de Marchitez Permanente (%PMP)

Fuente: Resultados de investigación

Para la variable punto de marchitez permanente (%PMP) durante el establecimiento del experimento y resultados del laboratorio de suelo se estima que; para el tratamiento 2

(T2) cobertura con Terciopelo (*Mucuna pruriens*) se logra incrementar hasta 22.04% evidentemente es la cobertura que más presenta influencia sobre la presente variable, en cambio el T3 cobertura con Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) y el Testigo presentan una variabilidad en los resultados que corresponden de 19.87% a 21.32%.

Tabla 4. ANDEVA para el punto de marchitez permanente (%PMP)

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad	F.tab (0.05)
Tratamiento	7.311	2	3.655	1.224	0.385	6.944
Bloque	17.675	2	8.837	2.960	0.163	6.944
Error	11.941	4	2.985			
Total	36.926	8				

Fuente. Datos de la investigación

Para ello se concluye con un nivel de significancia de 0.05, con el 95% de confianza, el F calculado del tratamiento es de 1.224 inferior al F tabulado de 6.944; se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula o de uniformidad donde los tratamientos se comportan de forma homogénea.

#### 4.1.4. Humedad Volumétrica (%HA)

Silva, Silva, Garrido, & Edmundo (2015) El agua disponible para las plantas (Humedad Aprovechable) se encuentra entre el agua gravitacional y el agua no disponible y está retenida por fuerzas capilares. Los límites para la humedad aprovechable son los contenidos de humedad a Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP). p,8

La humedad volumétrica (%HA) hace referencia al agua disponible para las plantas a la que es más fácil de extraer y esta se encuentra por la diferencia entre Capacidad de Campo (CC), y el Punto de Marchitez Permanente (PMP).

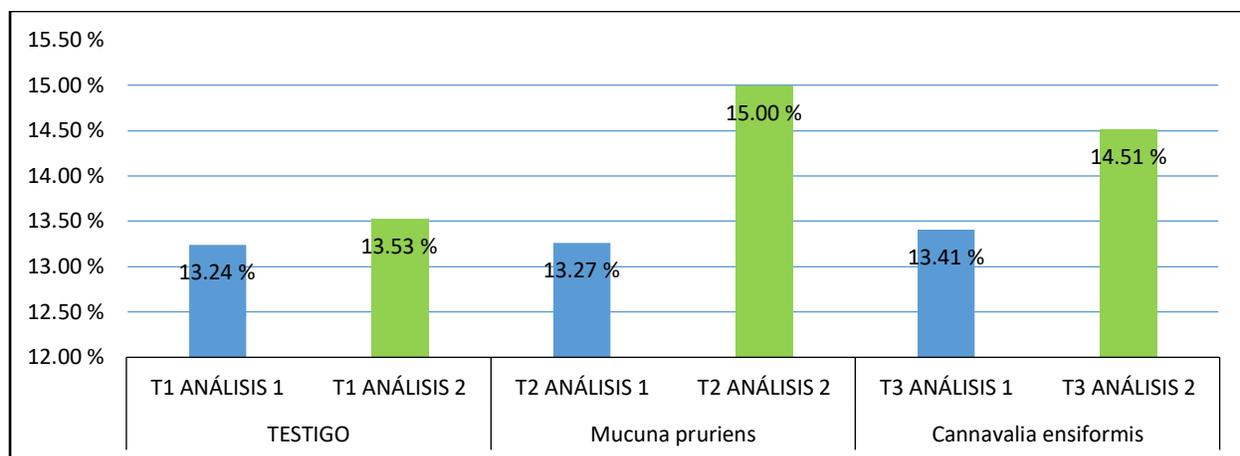


Gráfico 4. Humedad Volumétrica (%HA)

Fuente: Resultados de Investigación

La presente gráfica evidencia que la cobertura con Terciopelo (*Mucuna pruriens*) (T2) logra incrementar gradualmente la disponibilidad del recurso de un 13.27% a un 15.00%, por otra parte, la cobertura con *Cannavalia ensiformis* (T3) tiene un aumento mínimo del 14.51%, el testigo no presentó gran variabilidad.

El T2 cobertura *Mucuna pruriens*, posee un mayor follaje impidiendo que el agua se evapore con mayor facilidad, manteniendo un microclima fresco sobre el suelo; por el contrario, el T3 *Cannavalia ensiformis* su cobertura vegetal es mucho menor que el T2, por lo que es más fácil para que el agua se evapore y se pierda humedad; el testigo nos corrobora que sin cobertura no hay gran variación o cambio de este parámetro físico.

Tabla 5. ANDEVA para la humedad volumétrica (%HA)

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad	F.tab (0.05)
Tratamiento	3.381	2	1.691	1.226	0.384	6.944
Bloque	8.167	2	4.084	2.961	0.163	6.944
Error	5.517	4	1.379			
Total	17.065	8				

Fuente. Resultados de investigación

Para el análisis de varianza de los tratamientos para la variable Humedad Volumétrica (%HA) resulta que el Fc para los tratamientos presenta un valor de 1.226 que es menor

que el F tabulado 6.944, con un nivel de confianza de 95% y 0.05 de significancia. Se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula. De igual manera no existió variación en los bloques con un F calculado de 2.961 que es inferior a la F tabulado (6.944) rechazando la hipótesis alternativa y aceptando la hipótesis de uniformidad.

#### 4.1.5. Densidad aparente (Dap gr/cm<sup>3</sup>)

La densidad aparente (DAP) describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacios poroso es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces

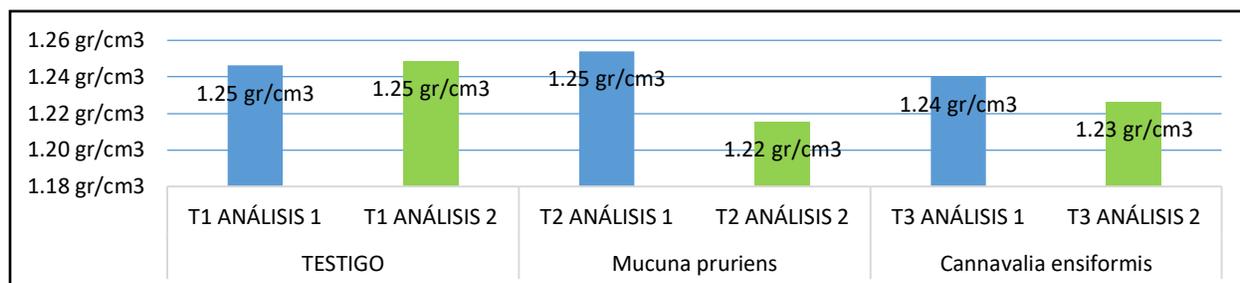


Gráfico 5. Densidad aparente

Fuente. Resultados de investigación

La gráfica muestra que el tratamiento dos y tres en relación a los laboratorios, logra disminuir la compactación del suelo aumentando la porosidad, teniendo un mejor resultado el T2 (*Mucuna pruriens*) ya que sus raíces se introducen a mayor profundidad en el suelo.

Tabla 6. ANDEVA de la densidad aparente

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad	F.tab (0.05)
Tratamiento	0.0018	2	0.0009	1.295	0.368	6.944
Bloque	0.0040	2	0.0020	2.967	0.162	6.944
Error	0.0027	4	0.0007			
Total	0.0085	8				

Fuente. Datos de investigación

El análisis de varianza para la variable densidad aparente del suelo se estima que; el F calculado (1.295) es menor que el F tabulado (6.944) para los tratamientos, así mismo para cada bloque se tiene que el F calculado (2.967) es inferior al F tabulado (6.944). por

tal razón existe evidencia para rechazar la hipótesis alternativa y adoptar la hipótesis nula donde se describe que los tratamientos se comportan de manera similar.

#### 4.1.6. Espacios porosos (%Ep)

La porosidad se refiere a todo espacio que no está ocupado por fracciones sólida mineral u orgánica; diferentemente si éste está ocupada por agua o por aire al momento del muestreo.

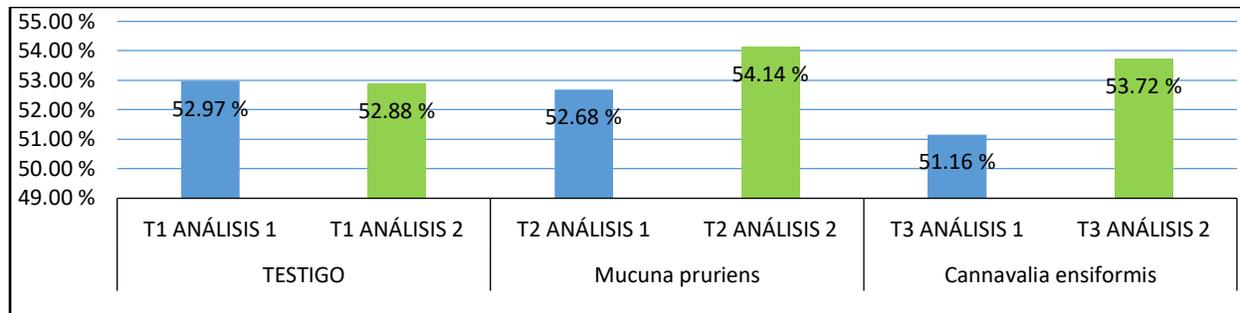


Gráfico 6. Espacios porosos

Fuente. Resultados de investigación

Evidentemente en el tratamiento dos al igual que el tres hay aumento de los espacios porosos en relación a los laboratorios esto se debe a que al establecer dos tipos de leguminosas el suelo queda cubierto aumentando la humedad y aire, fijando agua capilar; así ocupando los espacios dejando una mayor disponibilidad para las plantas, no obstante, el tratamiento testigo permanece de igual manera.

Tabla 7. ANDEVA de la porosidad

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Fuente de variación	SC	GL	CM	Fc	Probabilidad	F.tab (0.05)
Tratamiento	3.622	2	1.811	3.004	0.160	6.944
Bloque	3.274	2	1.637	2.715	0.180	6.944
Error	2.411	4	0.603			
Total	9.307	8				

Fuente. Resultados de investigación

Para los tratamientos se estima con un nivel de confianza de 95% el f calculado de 0.236 el cual es inferior al F tabulado 6.944 y para los bloques un F calculado de 3.004 siendo menor que el F de tabla 6.944. Por ende, se concluye que rechazamos la hipótesis alternativa y aceptamos hipótesis alternativa

## 4.2. Propiedades químicas

### 4.2.1. Potencial Ión Hidrogeno (pH)

El pH es una de las variables más importante en los suelos agrícolas, pues suelen afectar directamente a la absorción de los nutrientes del suelo por la planta u cultivo. Se evidencia en el presente grafico que existió un cambio gradual de cada uno de los tratamientos en estudio.

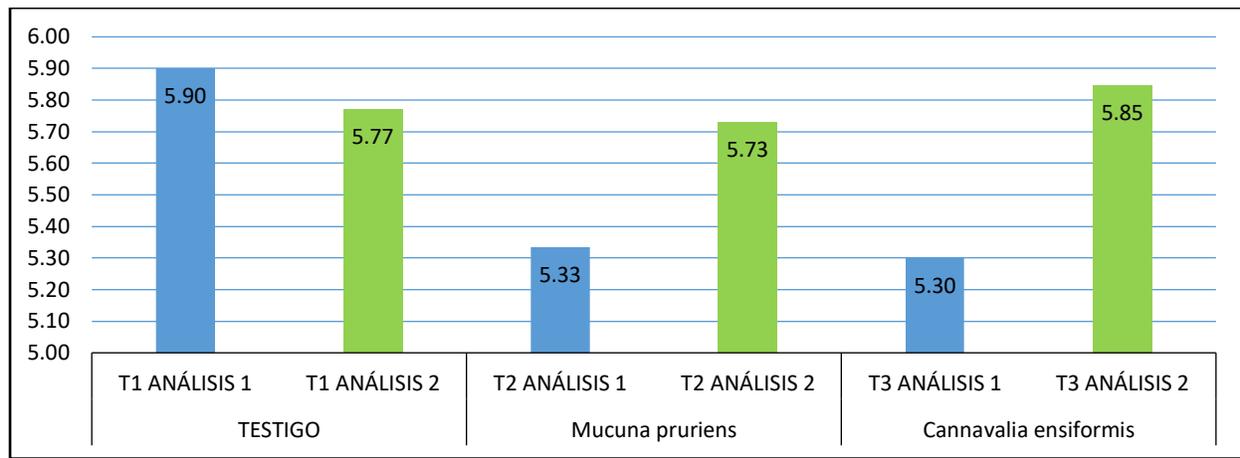


Gráfico 7. pH del suelo

Fuente. Resultados de investigación

Para el tratamiento 1 cobertura frijol Terciopelo (*Mucuna pruriens*) disminuye a 5.77 al ser sometido al periodo de evaluación, mientras que el T2 cobertura Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) su Potencial Ión de hidrogeno (pH) aumento de 5.33 a 5.73 al igual que el T3 sin cobertura su potencial aumento de 5.30 a 5.85 después del periodo de evaluación.

El pH del suelo está expuesto a variar en un tiempo determinado de acuerdo a los factores que se presenten tales como: Temperatura, precipitación, materia orgánica y el relieve del terreno.

### 4.3. Propiedad biológica

#### 4.3.1. Meso fauna del suelo (lombrices)

Leguia (2008). estos organismos son quizás los más importantes del suelo, hay aproximadamente 1800 especies que conforman la macrofauna del suelo que afectan directa o indirectamente los procesos físicos, químicos y biológicos. (p.9)

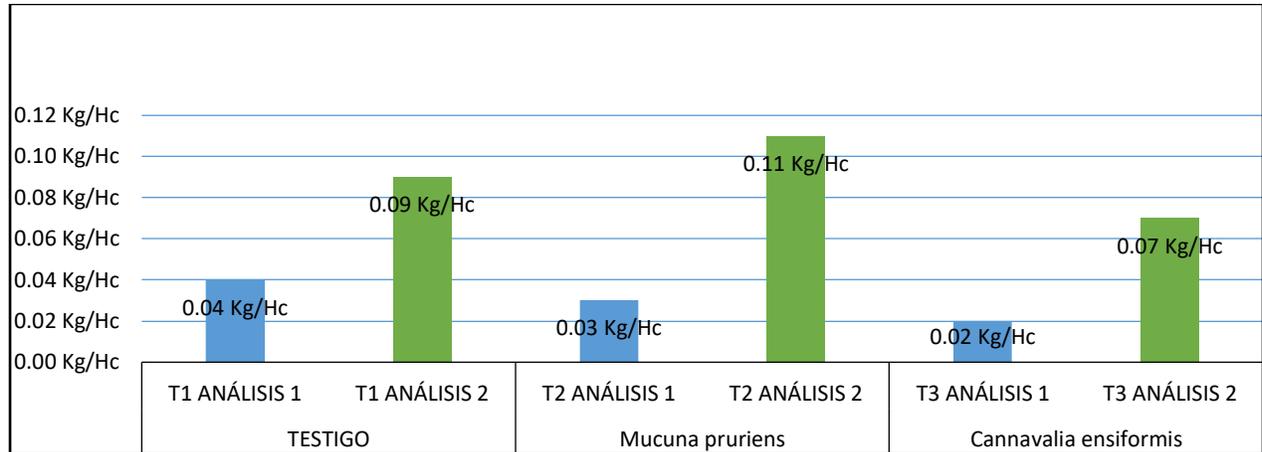


Gráfico 8. Meso fauna del suelo

Fuente. Resultado de investigación

Es muy importante porque garantiza un balance en la extracción u donación de nutrientes en el suelo, lo que favorece a su fertilidad.

Las plantas de cobertura ejercen una acción positiva sobre el incremento de la mesofauna en el suelo; en el área experimental se logra con el T2 cobertura frijol Terciopelo (*Mucuna pruriens*) incrementar de 0.03 kg/hc<sup>-1</sup> a 0.11 kg/hc<sup>-1</sup>, el T3 cobertura con *Cannavalia* (*Cannavalia ensiformis*) que se logró un efecto que va desde 0.02 kg/hc<sup>-1</sup> a 0.07 kg/hc<sup>-1</sup> y el Testigo logra incrementar 0.04 kg/hc<sup>-1</sup> a 0.09 kg/hc.

Tabla 8. Meso fauna (lombrices)

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	SC	GL	CM	F.C	Probabilidad	F.tab
Tratamiento	0.002	2	0.001	1.188	0.394	6.9443
Bloques	0.006	2	0.003	4.563	0.093	6.9443
Error	0.003	4	0.001			
Total	0.011	8				

Fuente: resultados de investigación

Aunque los resultados aritméticos presentan una diferencia respecto al periodo de evaluación; para la variable meso fauna del suelo se estima que como f calculado (1.188) es menor que f de tabla (6.9443) para el factor tratamiento se rechaza la hipótesis alternativa y aceptamos la hipótesis nula. Para el factor bloque el f calculado (4.563) y el f tabulado de 6.9443, siendo menor de igual manera se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

#### 4.4. Plantas no deseadas

Zelaya (2015). Define que una planta no deseada es aquella planta que puede competir por recursos en el ambiente (agua, nutriente, luz), interferir con la cosecha o reducir la calidad del grano, servir de hospedero alternativo para insectos, patógenos y nematodos competir con el cultivo por insectos polinizadores. (p.4)

Basado en la práctica de campo mediante un transecto se estimaron los porcentajes de coberturas del área experimental. Las distribuciones de ellas determinan la eficiencia con la que pueden llegar a controlar las plantas no deseadas en el cultivo de Maíz. Las coberturas como el Terciopelo (*Mucuna pruriens*) y *Cannavalia ensiformis* presentan un auge para el control de malezas, evitando que se desarrollen y puedan competir por luz solar con el cultivo de maíz (*Zea mays*). Las repeticiones con cobertura presentan menos incidencia de malezas y el suelo cubierto protegiéndolos así de la erosión hídrica.

#### 4.4.1. Comparación de cada uno de los tratamientos

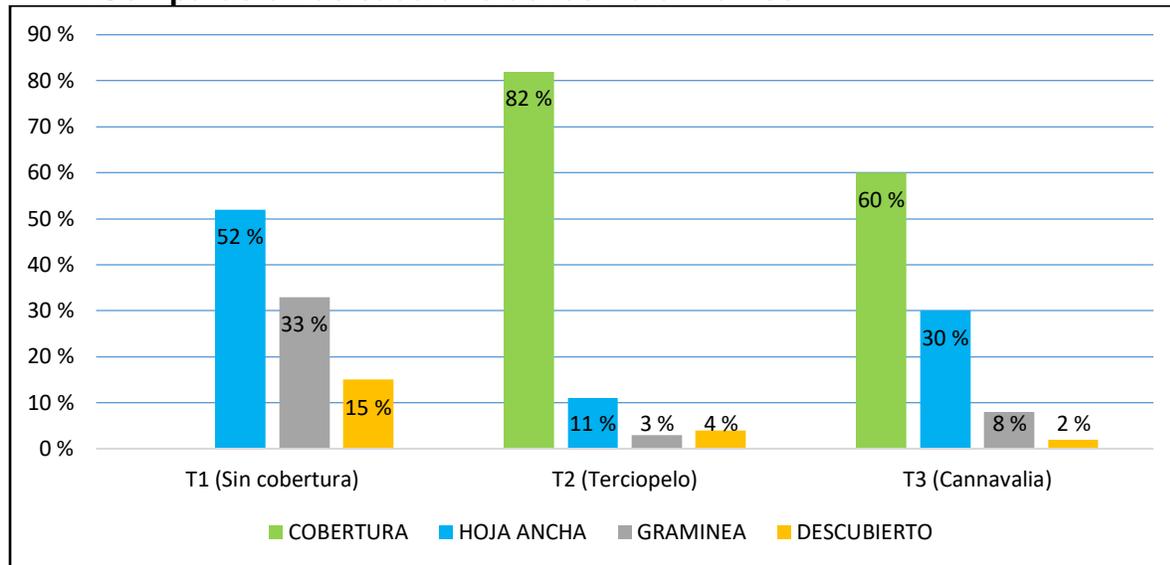


Gráfico 9. Comportamiento de las malezas ante los tratamientos

Fuente. Resultado de investigación

En cuanto a la comparación de cada uno de los tratamientos, el tratamiento 2 con cobertura de frijol Terciopelo (*Mucuna pruriens*) presenta un 82% de efecto, el cual es más eficiente en cuanto al control de plantas no deseadas se refiere, bajo esta cobertura las malezas presentan un 14% de incidencia en la parcela experimental, esto lleva a que el suelo está un 96% protegido de las erosiones hídricas u eólica ya sea por: salpicadura, escorrentía, cárcava o bien que esto lleve a una remoción en masa. Esta cobertura reduce en un 82% el crecimiento y aparición de malezas.

Por consiguiente, el tratamiento 3 con Cannavalia (*Cannavalia ensiformis*) interviene en un 60% sobre las plantas no deseadas, el 38% de la presencia de malezas y solo un 2% del suelo se encuentra desprovisto y expuesto a la erosión hídrica.

Mientras que en el Testigo (sin cobertura) hay una mayor incidencia de arvenses, la cual representa un 85%, afectando al cultivo de maíz en cuanto a competencia, permitiendo así un 15% de suelo descubierto que lo hace vulnerable a los diversos tipos de erosión.

## CAPITULO V

### 5.1. conclusiones

Se rechaza la hipótesis alternativa para el uso de plantas de coberturas (*Mucuna pruriens* y *Cannavalia ensiformis*) ya que el estadístico calculado es inferior al valor tabulado; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula en donde los tratamientos se comportan de forma homogénea; dichas evaluaciones se ven afectadas debido al corto plazo de evaluación puesto que evidente en las teorías que tendríamos resultados solo a largo plazo.

Para la variable propiedades físicas del suelo los indicadores (Humedad del suelo, Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente, Humedad Volumétrica, Densidad aparente, espacios porosos) sometidos a análisis estadístico ANDEVA con un nivel de confianza de 95% y un 0.05 de significancia; se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.

El pH del suelo se ve afectado por las precipitaciones y la pendiente del terreno; la sedimentación del área superior de la parcela más las precipitaciones influyeron para que los valores de pH aumentaran o disminuyeran durante el periodo de investigación.

Para la variable propiedades biológicas del suelo se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula donde los tratamientos se comportan de manera homogénea entre sí.

Se estimó que las coberturas generan efectos positivos sobre plantas no deseadas, evidenciando que el tratamiento 2 cobertura (*Mucuna pruriens*) genera un 82% de control de malezas como: Flor azul (*Ageratum conyzoides*), Escoba lisa (*Sida rhombifolia*), Zacate arroz (*Sorghum halepense*), Pasto de gallina (*Digitaria sanguinalis*).

## 5.2. Recomendaciones

Establecer coberturas de frijol Terciopelo (*Mucuna pruriens*) ya que posee un ágil crecimiento, así mismo presenta mejores resultados aritméticos para la mejora de las propiedades físicas y biológicas del suelo, ayuda a contrarrestar con mayor efecto la incidencia de arvenses.

Establecer coberturas de Terciopelo (*Mucuna pruriens*) para la mejora de las propiedades físicas del suelo y que la siembra tanto del cultivo como la cobertura no sea menor a 35 días; priorizando establecer primero el cultivo y posterior a ello establecer la cobertura.

Incorporar las coberturas para mejorar las condiciones de materia orgánica, para que de tal manera esta contribuya a mejorar las propiedades químicas del suelo.

Implementar en áreas agrícolas el uso de Terciopelo (*Mucuna pruriens*) para incrementar la meso fauna y otros agentes biológicos.

Usar *Mucuna pruriens* para cultivos en asocio con maíz (*Zea mays*) para contrarrestar la incidencia de arvenses, así reducir el uso de químicos. Realizar labores de control de poda de la cobertura, ya que por sus características de planta trepadora puede llegar a envolver al cultivo si no se maneja debidamente.

### 5.3. Bibliografía

(s.f.).

Aráuz, F., & Campos, M. (2017). *Efecto de la agricultura de conservación en el bienestar humano, en el sitio RAMSAR, Moyúa, Ciudad Darío - Matagalpa 2016*. Matagalpa.

Asamblea Nacional de la Republica de Nicaragua . (1983). *Ley de proteccion y conservacion de los suelos*. Managua.

Borja, J., & Valdivia, R. (2015). *Introduccion a la agronomía*. Ecuador: EDIMEC.

Campero, G. (1989). *Diseño y construcción de un sistema de drenaje superficial, en el predio "Montero"*.

Castellanos, A., & Chocobar. (2013). *CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL SUELO, Guia útil para comparar las practicas de manejo de cultivo*.

Chavarría, F. (2011). *Edafología I*. Colombia: Espacio Gráfico Comunicaciones S.A.

CRS. (2019). *Evaluacion visual del suelo, instructivo 2*. Nicaragua.

CRS. (2019). *Instructivo 1: pH y encalado - 4 R*. Managua - Nicaragua.

Cruz, B., Barra, J. E., Castillo, R. d., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *ECOSISTEMAS, Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 8.

Dávila, H., & Polanco, J. (2018). *Efecto de cobertura sobre captura y secuestro de carbono orgánico, en cultivo de*. Matagalpa.

Enrique, A. (2018). *cultivo de maiz (Zea mays L.)*. El Salvador.

Fallas, M. (2016). *COBERTURA DEL SUELO DEL AÑO 2016 DEL CANTÓN TARRAZÚ, SAN*. Carttago, Costa Rica.

FAO. (2009). *plantas de cobertura*. Recuperado el 11 de mayo de 2020, de Glosario de agricultura organica de la fao: [www.Boletinagrario.com](http://www.Boletinagrario.com)

FAO. (2015). *Suelos y biodiversidad*.

Garcia, A., & Torrez, Y. (2018). *Efecto de la cobertura Mucuna pruriens en la calidad de suelos, siembra asociada con Maíz (Zea Mays) finca Laderas de Apante, II semestre 2017*. Matagalpa.

Garcia, C., & Herran, J. (2015). *Técnicas de caracterizacion de suelos y abonos orgánicos*. México: Fundación Produce Sinaloa, A.C.

Garcia, M. (2017). *descripcion taxonomica del maiz*. Mexico.

- Garcias, M., & Torres, Y. (2018). *Efecto de la cobertura Mucuna pruriens en la calidad de suelos, siembra asociada con Maíz (Zea Mays) finca Laderas de Apante, II semestre 2017*. Matagalpa.
- GLOBE. (2005). *Protocolo del Ph del suelo*.
- Guillen, J. G. (2016). *Crecimiento y producción de semilla de Moringa olifera lamm., en asociacion con dos especies de de cannavalia (cannavalia brasiliensis Mart. Ex Benth y cannavalia ensiformis)*. Managua.
- Herrera, M. (2011). *FORMULA PARA CÁLCULO DE LA MUESTRA POBLACIONES FINITAS*. Guatemala.
- Ildelfonso, B. (2018). *LA EDAFOLOGIA: ORIGEN, DESARROLLO Y CONCEPTOS*. *Eusko-ikaskuntza*, 26.
- INATEC. (2016). *MANUAL DEL PROTAGONISTA. PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA*. NICARAGUA.
- INATEC. (2018). *Manual del protagonista/granos basicos*. Nicaragua.
- Jara, A. (1997). *Evaluación del aporte de tres leguminosas (Canavalia ensiformis, Mucuna pruriens, Dolichos lablab) usadas como abono verde sobre la*. Honduras.
- Jaume, A. L. (2011). *ADAPTABILIDAD Y FUNCIONALIDAD*. España.
- Leguia, A. (2008). *MESOFAUNA EN SUELO DE LA GRANJA EXPERIMENTAL, UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA*. Santa Marta.
- Ligña, M. (2014). *Efecto de cultivos de cobertura en el control de malezas y aporte de materia seca y nutrientes al suelo*. Honduras.
- Lumbi, C., & Muñoz, L. (2017). *Efecto de las practicas de agricultura conservacionista sobre la calidad del suelo y rendimientos productivos en el humedal Moyúa, ciudad Dario, Matagalpa segundo semestre 2016*. Matagalpa.
- Magdalena. (9 de octubre de 2004). *Descripcion de cannavalia ensiformis*. Recuperado el 12 de mayo de 2020, de cannavalia ensiformis.: [www.Tropicalforages.info.com](http://www.Tropicalforages.info.com)
- Martinez, F. (17 de Febrero de 2020). *info.pastos y forrajes*. Obtenido de info.pastos y forrajes.com: <https://infopastosyforrajes.com/leguminosas/ficha-tecnica-de-frijol-terciopelo-mucuna-pruriens-l-dc/>
- Mauricio. (2018). *frijol terciopelo (Mucuna puriens)*. Recuperado el 11 de Mayo de 2020, de naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/165536-Mucuna-pruriens>
- MINAGRI. (2010). *El suelo y la cobertura vegetal*. Perú. Obtenido de [Agroaldia.minagri.gob.pe](http://Agroaldia.minagri.gob.pe):

[http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/suelos/2014/suelo\\_cobertura.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/suelos/2014/suelo_cobertura.pdf).

- Montoya, J., Torres, P., & Sánchez, L. (2011). Diseños experimentales ¿qué son y cómo se utilizan en las ciencias acuáticas? En J. Montoya, P. Torres, & L. Sánchez, *Diseños experimentales ¿qué son y cómo se utilizan en las ciencias acuáticas?* (págs. 61-70). México.
- Ortiz, R. (2015). Síntesis de la evolución del conocimiento en edafología. *Revista Eubacteria*, 14.
- Otzen, T., & Carlos, M. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Scielo*, 227-232.
- PIONEER. (2010). *Maíz y crecimiento*. Estados Unidos.
- Pool, L., León, N., & González, C. (1998). FRIJOL TERCIOPELO, CULTIVO DE COBERTURA EN LA AGRICULTURA. *TERRA Latinamericana*, 359-369.
- Pound, B. (1997). *cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en America Latina*. Mexico. Recuperado el 11 de mayo de 2020, de [www. FAO.com](http://www.FAO.com)
- R, J., & Benites, J. (s.f). *Evaluación visual del suelo*.
- Raudes, M., & Sagastume, N. (2009). *Manual de conservación de suelos*. Honduras .
- Raudes, N., & Sagastume, M. (2009). *Manual conservación de suelos*. Honduras: Abelino Pitty.
- Reynoso, V. (18 de Noviembre de 2016). *Asociación de consumidores orgánicos*. Obtenido de cultivos de cobertura, mejoradores del suelo que los llenan de energía: <http://consumidoresorgánicos.org>
- Ross, F. (2017). Cultivos de cobertura para maíz. *IAH, Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* , 28-33.
- Sá Pereira, E. (2013). *LOS CULTIVOS DE COBERTURA Y LA PRODUCTIVIDAD DEL MAÍZ EN SIEMBRA DIRECTA: DINÁMICA DEL NITRÓGENO, AGUA Y FRACCIONES ORGÁNICAS DEL SUELO*. Argentina.
- Sampiere, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. Mexico.
- Sanchol, F., & Carlos, C. (1997). EL USO DE PLANTAS DE COBERTURA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS PERENNES Y ANUALES DE COSTA RICA. En F. Sanchol, & C. Carlos, *EL USO DE PLANTAS DE COBERTURA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS PERENNES Y ANUALES DE COSTA RICA* (págs. 111-120). Costa Rica.

- Sancllemente, O., & Patiño, C. (2015). Efecto de *Mucuna pruriens* como abono verde y cobertura, sobre algunas propiedades físicas del suelo. *Unilibre Cali*, 206-2011.
- Silva, P., Silva, H., Garrido, M., & Edmundo, A. (2015). *Manual de estudio y ejercicios relacionados con el contenido de agua en el suelo y su uso por los cultivos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Tecnicoagricola. (20 de Febrero de 2013). *Tecnicoagricola.es*. Obtenido de [www.Tecnicoagricola.es](http://www.Tecnicoagricola.es): <https://www.tecnicoagricola.es/ph-de-un-suelo>
- Tesouro. (2013). *cultivo de cobertura*. Recuperado el 11 de Mayo de 2020, de Biblioteca Agraria Nacional de los EE. UU.: [www.Boletinagrario.com](http://www.Boletinagrario.com)
- Trewin, W., & Martinez, H. (2005). *Mapeo y propuesta de manejo del recurso suelo en las comunidades, Tepeyac - La Estrella del municipio de Matagalpa, en el segundo semestre del 2004*. Matagalpa.
- Tribuladores SLU - Instrumentos de Medida. (08 de Julio de 2014). *Tribuladores SLU - Instrumentos de Medida*. Obtenido de Medidor de pH.com: <https://medidordeph.com/blog/2014/07/como-medir-el-ph-del-suelo>
- Uday, V. (12 de Junio de 2017). *Slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net>: <https://es.slideshare.net/VinicioUday/conceptos-bsicos-de-diseo-experimental>
- Vallecillo, R. (10 de Mayo de 2017). *SIMAS - Servicio de Informacion Mesoamericano Sobre Agricultura*. Obtenido de SIMAS.org.ni: <http://www.simas.org.ni/noticias/1773/conoce-la-prueba-del-agua-oxigenada-referida-a-la-materia-organica>
- Velásquez, S. (2019). *EVALUACIÓN DE COBERTURA VEGETAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA HUMEDAD DEL SUELO EN CULTIVO DE PALMA DE ACEITE (Elaeis ginnensis Jacq) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA FINCA GUANACASTE EN EL MUNICIPIO DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, C.A*. Guatemala.
- Villaseñor, D. (2016). *Fundamentos y procedimientos para el análisis físico y morfológicos del suelo*. Ecuador : Printed and made in Ecuador.
- Wigodski, J. (14 de Julio de 2010). *Blogspots*. Obtenido de Blogspots.com: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>
- Zapata, S. (16 de Mayo de 2013). *Seminario monográfico*. Obtenido de [Seminariomonografico.com](http://seminariomonografico.com): <http://seminariomonografico.blogspot.com/2013/05/como-redactar-la-metodologia-o-diseno.html?view=magazine>
- Zelaya, I. (2015). *GENERALIDADES SOBRE MALEZAS*.

## ANEXOS

### Tablas

#### Anexo 1. Tabla de controles de malezas

Control de malezas				
Fechas de control	Tipo de control	Producto	Dosis	Malezas controladas
01 de Agosto	Mecánico	Machete		Todas
15 de agosto	Químico	Gramoxone	70 cc/20litros	Hojas anchas y gramíneas

#### Anexo 2. Tabla de fertilizaciones

Fecha	Etapas	Formula o producto	Dosis	Costo
05 de Sep	Vegetativa	18-46-0	3 gr/planta	
27 Agost hasta el 27 Sept	Vegetativa hasta el desarrollo	Oligomix	0.5 gr/litro de agua	
		Enraizador	50 gr/bomba	
		Zinc	50 cc/bomba	
17 de Sep	Desarrollo	46-0-0	3 gr/planta	
06 de Oct	Panojamiento	46-0-0 y 0-0-60	2 y 3 gr/planta	

### Anexo 3. Tabla de control de plagas

Etapa del cultivo	Plaga	Control	Producto	Dosis
Vegetativa	Diabrotica	Químico	Cipermetrina	50 cc/bomba
Desarrollo	Cogollero	Químico	Cipermetrina, Clorpirifos	50 cc/bomba

### Anexo 4. Fotografías



Fotografía 1. Área experimental DBCA



Fotografía 2. Germinación de cobertura y cultivo



Fotografía 3. Cobertura Terciopelo (*Mucuna pruriens*)



Fotografía 4. Cultivo en asocio maíz y *Cannavalia ensiformis*

Fotografía 5. Ataque de cogollero (*Spodoptera frugiperda*)



Fotografía 6. Cultivo en etapa de desarrollo



Fotografía 7. Cultivo de maíz etapa de inflorescencia.



Fotografía 8. Floración del Maíz.



Fotografía 9. Llenado de grano



Fotografía 10. Llenado de granos.



Fotografía 11. Recolección de muestras y laboratorio



Fotografía 12. Estimación de meso fauna del suelo

