

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA UNAN-LEÓN
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



Efecto de tres coberturas vegetales (viva, muerta, semicompostada) sobre las condiciones físicas, biológicas del suelo y manejo de malezas en el cultivo de papaya en el sector CNRA, Campus Agropecuario UNAN-León Octubre 2017-Mayo 2018.

Autores:

Br. Rommel Antonio Canales Ramírez.

Br. Ronald Alberto Carrillo Hernández

TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL.

Tutores.

PhD. Xiomara Castillo.

MSc. Miguel Bárcenas.

Ing. Jasser Prado.

León, Nicaragua 2018.

“A la libertad por la Universidad”

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por darnos la vida, por habernos dado la fortaleza, perseverancia y a la virgen María por ser la intercesora para culminar nuestras metas académicas.

Gracias a nuestros padres por ser promotores y habernos apoyado en el cumplimiento de sueños y metas, por el tiempo, dedicación y paciencia que tuvieron.

A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, a la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria, por brindarnos sus enseñanzas y acogernos en las aulas de clases.

Gracias a todas las personas y profesores que de alguna manera apoyaron y creyeron en nuestra investigación para el cumplimiento de este nuevo logro de nuestra formación académica.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, sin su ayuda no hubiese sido posible culminar mi carrera.

A mi mamaíta (abuela) Juanita Florián que se encargó de ayudarme y apoyarme en el transcurso de mi formación profesional, siempre me apoyo aun estando en otro país, nunca se olvidó de mí formación académica, a ella le dedico mi trabajo.

A mis padres Bismarck Canales y Claudia Ramírez por haberme dedicado tiempo, tenerme paciencia, aguantarme las malacrianzas y brindarme apoyo siempre que lo necesite, por haberme ayudado a cumplir mis metas, por aconsejarme y ayudarme a tomar decisiones.

A mi hermanita Cristina Canales que siempre me preguntaba cosas que me pasaban, por haberme acompañado en eventos importantes en el transcurso de la carrera.

A los todos los profesores que con dedicación y paciencia compartieron sus conocimientos para formarnos como profesionales.

Rommel Antonio Canales Ramírez.

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y vida para alcanzar mis metas y objetivos, permitirme llegar hasta este nivel académico, por mostrarme el significado de la vida.

A mi padre Pedro Gabriel López Montes por ser el pilar fundamental de mi vida por enseñarme a ser de carácter fuerte y perseverante en mis metas propuestas.

A mi madre Xiomara del Carmen Hernández Rosales por ser la promotora de mis valores y enseñarme a enfrentar cualquier situación con serenidad e inteligencia.

A mis familiares y novia por su apoyo incondicional y sus constantes preocupaciones por verme cumplir mis metas y culminar mi carrera.

A mis tutores: PhD Xiomara Castillo, Miguel Bárcenas, Jasser Prado, por sus consejos y enseñanzas en agroecología y conservación de suelo.

Ronald Alberto Carrillo Hernández

INDICE

I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS.	3
2.1	Objetivo general.	3
2.2	Objetivo específico.	3
III.	HIPOTESIS.	4
IV.	MARCO TEORICO.	5
4.1	Cobertura vegetal.....	5
4.2	Compost.....	5
4.3	Maleza.	6
4.4	Aspectos generales de cultivo de Frijol mungo.	6
4.5	Materia orgánica.	7
4.6	Infiltración de agua.	8
4.7	Temperatura del suelo.....	9
4.8	Porosidad.	9
4.9	Densidad aparente.....	10
4.10	Compactación.	10
V.	MATERIALES Y METODOS.	13
5.1	Ubicación del estudio y datos edafoclimáticos.....	13
5.2	Tipo de estudio	13
5.3	Descripción del área de estudio	13
5.4	Diseño del experimento	13
5.5	Descripción de los tratamientos (Ver anexo 5-8)	13
5.6	Tipo de muestreo.	14
5.7	Establecimiento del experimento.....	14
5.8	Diseño del establecimiento.	14
5.9	Definición y medición de las variables.....	15
5.9.1	Densidad Aparente del suelo, por método del cilindro.	15
5.9.2	Porcentaje de Porosidad.	15

5.9.3	Infiltración de agua por método de doble cilindro.	15
5.9.4	Determinación de la Materia orgánica por Método de Incineración.....	16
5.9.5	Determinación de la Compactación del suelo, por el método del Penetrométero.	16
5.9.6	Peso de Biomasa de maleza.....	17
5.9.7	Cobertura de maleza.....	17
5.9.8	Peso de Biomasa de frijol mungo.....	17
5.9.9	Temperatura del suelo.	17
5.9.10	Macro-organismos.....	18
5.10	Análisis estadístico.	18
5.11	Análisis de los datos.	18
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	19
6.1	Efecto de tres coberturas vegetales sobre las condiciones físicas del suelo	19
6.2	Efecto de tres coberturas vegetales sobre las condiciones biológicas del suelo.....	25
6.3	Efecto de las coberturas como técnicas para el manejo de las malezas.....	27
VII.	CONCLUSIÓN.	30
VIII.	RECOMENDACIÓN.....	31
IX.	BIBLIOGRAFIA.....	32
X.	ANEXOS	36

RESUMEN

El deterioro del suelo resulta de la acción de múltiples actividades agrícolas y ganaderos que afectan las propiedades físicas, químicas, biológicas y los procesos que ocurren sobre él. Entre las que se destacan: densidad aparente, porosidad, infiltración, contenido de materia orgánica, entre otras. Este trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de tres coberturas vegetales sobre las condiciones físicas, biológicas del suelo y manejo de malezas en el cultivo de papaya en el sector CNRA, Campus Agropecuario UNAN-León comprendido de Octubre 2017-Mayo 2018. Se evaluaron cuatro tratamientos; cobertura semicompostada, cobertura frijol mungo, cobertura vegetal muerta y suelo descubierto como testigo. Para el establecimiento del ensayo se delimitó un área de 720m² Dividiéndose en 4 unidades experimentales, de 60m de largo por 1.5m de ancho cada uno, con un total de 360m² de tratamientos. El muestreo que se empleó es aleatorio simple en el que se tomaron tres muestras por tratamiento, para las variables densidad aparente, porosidad, compactación, temperatura, macrofauna, contenido de materia orgánica, biomasa y porcentaje de malezas, excepto la variable de infiltración que solo se tomaron dos puntos por tratamientos. Se realizó una vez al mes durante siete meses excepto las variables: compactación que se tomó al inicio y final del experimento, y cobertura de frijol mungo que se tomó al final del muestreo. El tratamiento cobertura semicompostada obtuvo la mejor porosidad con 57.07%, presentó un aumento de materia orgánica con 9.8%, y de macrofauna con 104 organismos. El tratamiento con cobertura vegetal muerta reguló con mayor eficiencia la infiltración con 298.89 mm/hr y la temperatura de 28.14⁰C, logro reducir 226.7 Kg/Ha de biomasa y en 61,2% la presencia de maleza. El tratamiento de frijol mungo disminuyó la compactación en una diferencia de 20 lb/plg² a 10cm y 29 lb/plg² a 20 cm de profundidad a través del tiempo. Se recomienda la técnica del uso de coberturas vegetales viva o muerta, para mejorar condiciones físicas, biológicas y químicas del suelo a través del tiempo.

I. INTRODUCCION

El suelo es la base donde las plantas anclan sus raíces, también es un reservorio y una vía de transporte de agua y aire. Las alteraciones de la estructura del suelo modifican estas dos últimas funciones y con ellos se afecta el desarrollo vegetal.

El deterioro del suelo resulta de la acción de múltiples procesos agrícolas y ganaderos que afectan las propiedades físicas, químicas y biológicas. El uso excesivo de la agricultura mecanizada conlleva a cambios estructurales provocando compactación, pérdida de agua y nutrientes por erosión, disminuyendo la capacidad de infiltración y aumentando la evaporación (Aguilar .G, 2007).

La degradación de las tierras en Nicaragua es 10 veces más alta de lo permisible, informó el Centro Internacional de Agricultura Agraria. Existe una tasa de pedidas permisibles de 4 toneladas/ ha/año y Nicaragua posee una tasa promedio de 40 toneladas/ha/año. El estado de degradación de los suelos se encuentra en un 30% en la zona central debido a la ganadería y en la zona de occidente especialmente Leon y Chinandega llega al 35%. Esta situación ha venido empeorando de forma consistente en los últimos 50 años, y se traduce en la crisis de agua que se vive en Nicaragua en la época seca (Carlos Zelaya, F.A.O, 2015).

En Nicaragua se han implementado técnicas de conservación de suelo desde los años 80, debido a la constante pérdida de la capa fértil por procesos de escorrentías y erosión eólica, así como la pérdida de humedad del suelo por excesiva evaporación de los suelos descubiertos. Una de las principales técnicas de conservación de suelo, ha sido el uso de coberturas vegetales vivas y muertas, materiales de agro plástico, con la finalidad de mejorar la infiltración, retención de agua y proteger el suelo del sol, la lluvia, el viento (F.A.O, 2007).

En estudios realizados con diversos materiales de acolchado en la UNAN-León, (Alvares, E. 2008), se monitoreo y evaluaron las condiciones de los suelos y clima, se obtuvieron resultados de los acolchados plásticos donde se recomiendan su uso para esterilizar el suelo y manejo de malezas.

Las malezas son plantas que aparecen como indeseables en áreas de cultivos, es bien sabido que compiten con las plantas cultivables por los nutrientes del suelo, agua, luz y sirven de hospederas de insectos y enfermedades. Las malezas también obstruyen el proceso de cosecha y aumentan los costos de tales operaciones. (R. Labrada, 1992).

El presente trabajo de investigación se enfoca en determinar el efecto de tres coberturas vegetales (vivas, muertas, composta semifementada), sobre las condiciones físicas, biológicas del suelo y manejo de malezas en áreas agrícolas bajo manejo convencional del cultivo de papaya, que permita conocer las alteraciones del suelo que estamos causando con el inadecuado uso de prácticas agrícolas y sus efectos a largo plazo.

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo general

Determinar el efecto de tres coberturas vegetales (viva, muerta, semicompostada) sobre las condiciones físicas, biológicas del suelo y manejo de malezas en el cultivo de papaya, CNRA campus Agropecuario UNAN-León en el periodo agrícola del año 2017-2018.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar el efecto de tres coberturas vegetales sobre las condiciones físicas del suelo: Densidad Aparente, Porcentaje de Porosidad, Infiltración, Compactación y Temperatura.
- Evaluar el efecto de tres coberturas vegetales sobre las condiciones biológicas del suelo: contenido de materia orgánica y cantidad de macroorganismos.
- Evaluar el efecto de las coberturas como técnicas para el manejo de las malezas en el cultivo de papaya.

III. HIPOTESIS.

Hipótesis de investigación

Hi. Las diferentes coberturas vegetales colocadas sobre la capa superficial del suelo, mejoran las condiciones físicas, biológicas, en épocas de sequía y manejo de malezas.

Hipótesis estadísticas

Ho. La presencia de los tipos de cobertura vegetal sobre el suelo, no influirá sobre las condiciones físicas, biológicas y manejo de malezas.

Ha. Al menos uno de los tipos de cobertura vegetal lograra corregir las condiciones físicas, biológicas y manejo de malezas.

IV. MARCO TEORICO.

4.1 Cobertura vegetal

Es una práctica importante en el manejo agronómico de cualquier cultivo, especialmente de hortalizas, ya que normalmente son áreas pequeñas establecidas en suelos áridos, arenosos y con problemas de escasez de agua. Esta práctica consiste en esparcir zacate seco, hojarasca o residuos de cosecha sobre camellones y calles, con el objetivo de proteger al suelo de la erosión eólica e hídrica.

Esta acción favorece el proceso de reciclaje de la materia vegetal que en algunos lugares no es debidamente utilizada. Esta práctica se ha realizado por varias generaciones, en forma empírica, sin tener mayores conocimientos de los efectos internos que ocurren en el suelo. Existen muchos productores que desconocen sobre la importancia del uso de los rastrojos en el mejoramiento de suelo, sin embargo, se continúan realizando prácticas inadecuadas como las quemas.

Mejora retención de la humedad del suelo, pues reduce la evaporación. Reduce la incidencia de enfermedades al evitar salpique de agua y suelo al follaje de las plantas. Favorece el incremento en el proceso microbiológico del suelo por el aumento de materia orgánica. Crea un microclima (temperatura y humedad) adecuado para la germinación de la semilla y desarrollo del cultivo en su fase inicial (Thuston, 1992).

4.2 Compost

También llamado abono orgánico, es el producto que se obtiene de compuestos que forman o formaron parte de seres vivos en un conjunto de productos de origen animal y vegetal; constituye un grado medio de descomposición de la materia orgánica, que en sí es un magnífico abono orgánico para la tierra. Se denomina humus al grado superior de descomposición de la materia orgánica.

El compostaje en la agricultura se forma de desechos orgánicos como: frutas, verduras, restos de maleza y cultivo, estiércol de todo tipo animal y agua. La materia orgánica se descompone por

vía aeróbica o por vía anaeróbica. Llamamos compostaje al ciclo aeróbico de descomposición de la materia orgánica.

Existe un proceso llamado semicomposta o pre-fermentación que consiste en utilizarla en la primera etapa de la fermentación, esta se puede utilizar como cobertura vegetal ya que no está completamente descompuesta y tiene mayor permanencia en la superficie del suelo, de esta manera mejorando las condiciones físicas y biológicas del suelo (Pilar Roman, F.A.O, 2013)

4.3 Maleza.

Las malezas son plantas que aparecen como indeseables en áreas de cultivo, estas interfieren con la actividad humana en las áreas agrícolas, es sabido que las malezas compiten con las plantas cultivables por los nutrientes del suelo, agua y luz (Fernández, 1979).

Estas plantas indeseables sirven de hospederas a insectos y patógenos dañinos. Las malezas también obstruyen el proceso de cosecha y aumentan los costos de tales operaciones. Además, al momento de la cosecha las semillas de las malezas contaminan la producción obtenida, las pérdidas anuales causadas por las malezas en la agricultura son de 125 millones de t de alimentos, cantidad suficiente para alimentar 250 millones de personas (R. Labrada, 1992).

El concepto de umbral económico fue desarrollado por los entomólogos y ha sido adaptado al manejo de malezas. El principio es simple: cuando conocemos la densidad de las malezas en un campo, podemos predecir el daño sobre el rendimiento del cultivo.

La densidad de las malezas se determina a través de conteos del número de malezas en una distancia específica del surco del cultivo o en un área dada, (o sea, el número de malezas por metro cuadrado). Esto se realizará varias veces dentro de un campo y su valor promedio será al final determinado. Las malezas de altura menor a la del cultivo serán menos competitivas que aquellas que se igualan con la planta cultivable (R. Labrada, 1992, FAO).

4.4 Aspectos generales de cultivo de Frijol mungo.

El frijol mungo es de la familia de la Fabaceae, originario de la India y es una planta que no tiene exigencias en cuanto a manejo, requerimiento ambiental y fertilizaciones. Es utilizado como cobertura vegetal, reduciendo la evaporación y escurrimiento del agua en el suelo y con el follaje ayuda al control de malezas, luego al incorporarlo al suelo aporta contenido de nitrógeno.

Es una leguminosa herbácea, anual, erecta y voluble; alcanza una altura de 15 cm a 100 cm; tiene raíces pivotantes y fibrosas. Los tallos son poco pubescentes, cubiertos de pelo de color castaño. Las primeras flores aparecen siete a ocho semanas después de la siembra, son amarillas, aproximadamente de 1 cm de largo. La cosecha de semillas se debe realizar entre 12 a 14 semanas. La maduración tiende a ser desuniforme, necesita 3 a 4 cosechas (FAO, 2015).

Tabla 1. Taxonomía del frijol mungo

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta (Angiospermas)
Clase:	Magnoliopsida (Eudicotiledóneas)
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	<i>Vigna</i>
Especie:	<i>radiata</i> (L.) R.Wilczek

Tabla 2. Plagas y enfermedades del frijol mungo

Gusanos del frijol: <i>Ophiomyia phaseoli</i> ,	Daño severo se refleja por el marchitamiento y muerte de las plántulas. El ataque interrumpe el transporte de nutrientes causando la muerte de la raíz pivotante.
Escarabajo del frijol <i>Ootheca bennigseni</i>	El escarabajo adulto causan defoliación total del cultivo, las larvas se alimentan de las raíces

4.5 Materia orgánica.

La materia orgánica es el residuo de plantas y animales descompuestos, es uno de los factores que indica el índice de fertilidad y regeneración de los suelos y representa a la vez una reserva potencial de nutrientes que con el transcurso del tiempo serán liberados y posteriormente utilizados por la plantas. (Carrasco J.M. 1981).

Proviene gracias a las propiedades del suelo que permiten desarrollar y funcionar de manera eficiente a las plantas a las que se les atribuyen varias acciones a nivel físico, químico y biológico, como son; mejor estructura, mayor capacidad de absorción de humedad y nutrimentos, capacidad de intercambio para su nutrición y disponibilidad de micro-macro elementos. Así como potencializar su porosidad. También favorece el crecimiento a través de enzimas, la formación de

compuestos como el hierro, zinc, cobre, entre otros; al igual que su oxidación. Sobretudo aumenta el rendimiento de los cultivos (Medardo N., 2015).

Tabla 3. Clasificación del contenido de materia orgánica en suelos de origen volcánico de los USA.

Clase	Materia orgánica (%)	
	Suelos volcánicos	Suelos no volcánicos
Muy bajo	< 4.0	< 0.5
Bajo	4.1-6.0	0.6-1.5
Medio	6.1-10.9	1.6-3.5
Alto	11.0-16.0	3.6-6.0
Muy alto	>16.0	> 6.0

Blume, L. J., B.A. Schumacher, P.W. Shaffer (1990)

4.6 Infiltración de agua.

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo, es una medida de la tasa que el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación. Se mide en pulgadas por hora o milímetros por hora. La infiltración está gobernada por dos fuerzas: la gravedad y la acción capilar. Los poros muy pequeños empujan el agua por la acción capilar en contra de la gravedad (Gurovich, 1985).

Uno de los métodos que se utiliza para medir infiltración es el doble cilindro que consiste en saturar una porción de suelo limitada por dos anillos concéntricos, primero se vierte el agua en el anillo exterior hasta llenarlo, luego se vierte el volumen de agua calculado en el anillo interno para a continuación medir la variación del nivel del agua. La tasa o velocidad de infiltración es la velocidad con la que el agua penetra en el suelo a través de su superficie. Normalmente la expresamos en mm/h y su valor máximo coincide con la conductividad hidráulica del suelo saturado (Sampat, 1991).

Tabla 4. Clasificación de índice de la permeabilidad.

Clasificación	Permeabilidad (mm/hr)
No satisfactoria	Menos de 30
Satisfactoria	30 a 70
Buena	70 – 100
Optima	100 – 500
Demasiado alta	500 – 1000

De caída en vacío	Más de 1000
-------------------	-------------

(Kaùrichev, 1980.)

4.7 Temperatura del suelo.

Los efectos de la temperatura sobre la formación de la estructura del suelo son, generalmente indirectos esto induce el movimiento del vapor de agua, por crearse una diferencia en las presiones de vapor, afecta la velocidad de las reacciones, la descomposición de la materia orgánica (Sampat, 1991).

La Temperatura del suelo agrícola condiciona los procesos microbianos que tienen lugar en el suelo. La temperatura también influye en la absorción de los nutrientes, especialmente del fósforo que es menor en suelos fríos, influye en procesos bióticos, químicos y es necesaria para la germinación de la semilla (Ana Primavesi, 1984).

4.8 Porosidad.

Los espacios entre los elementos mecánicos y agregados del suelo se llaman poros. En ellos se encuentra agua, aire, microorganismos y raíces de plantas. Las propiedades principales del suelo, sobre todo las hidroaéreas, dependen de la cantidad de poros y su relación según el tamaño, el cual depende de su composición mecánica y estructura.

Es el volumen total de poros en la unidad de volumen de suelo, se compone de la porosidad capilar y no capilar, dentro de los poros no capilares hay por lo general aire, el agua en ellos se encuentra bajo el efecto gravitacional y no se detiene, en los poros capilares se encuentra agua retenida por la fuerza del menisco, desde el punto de vista agronómico es conveniente que los suelos tengan gran volumen de poros capilares y al mismo tiempo una porosidad capilar no menor del 20 al 25% (Kaùrichev, 1980).

Tabla 5. Valores de porosidad total de los suelos.

Porosidad total (%)	Interpretación
25-40	Demasiada baja
<50	No satisfatório
50-55	Satisfatória
55-65	Excelente
>70	Excesiva

(Kaùrichev, 1980.)

4.9 Densidad aparente.

Llámesse densidad del suelo, la masa de la unidad de su volumen natural. La determinación de esta densidad permite hallar la masa de un volumen determinado de suelo junto con sus poros, depende de sus propiedades hidroaéreas, térmicas y biológicas. Se define como el peso seco de suelo por unidad de volumen y se expresa en gramos por centímetro cúbico (Kaùrichev, 1980).

La densidad aparente es un indicador de la compactación de suelo y por consecuencia de la salud del suelo. La densidad del suelo afecta la infiltración de agua, el desarrollo radicular, la disponibilidad de agua, la porosidad (macro y micro poros), la disponibilidad de nutrientes e incluso la actividad de microorganismos en el suelo. El instrumento que se utiliza para la toma de muestra en campo son los cilindros metálicos que pueden ser introducidos en hornos para secar muestras de suelo (Salamanca J., 2005).

Tabla 6. Rangos normales de DA según el tipo de suelo.

Textura	DA (g/cm³)
Arenoso	1.65
Franco – Arenoso	1.10 – 1.60
Franco	1.35 – 1.50
Franco – Limoso	1.35 – 1.45
Franco – Arcilloso – Arenoso	1.35 – 1.45
Franco – Arcilloso	1.30 – 1.40
Arcillosos	1.20 – 1.35
Arcillo – Arenoso	1.35 – 1.45
Arcillo – Limoso	1.25 – 1.30

(Rawls, 1992)

4.10 Compactación.

Es la degradación estructural del suelo presentada por la reducción de la densidad aparente del suelo, ocasionado en gran medida por la utilización de maquinaria agrícola y prácticas agropecuarias inadecuadas. La compactación del suelo corresponde a la pérdida de volumen que experimenta una determinada masa de suelo, debido a fuerzas externas que actúan sobre él (FAO, 2007).

Vários autores han estudiado, recientemente efecto de compactación como impedimento mecánico. Taylor y Burnett (1964) aseguran que la resistencia a la penetración, determina el grado de crecimiento radicular.

Tabla 7. Índices de compactación de suelo ³/₄ Tips.

Color	PSI	Descripción
Verde	0-200	Buenas condiciones para el cultivo, suelo no compactado
Amarillo	200-300	Condiciones regulares para el cultivo, suelo moderadamente compactados
Rojo	>300	Malas condiciones para el cultivo, suelo altamente compactado

(Dickey-John Soil, 2017)

4.11 Los Macroorganismos del suelo.

La Macrofauna del suelo se trata de todos los organismos visibles del suelo, se clasifican en dos grupos, anélidos y los artrópodos, los primeros se refieren a las lombrices de tierra y los segundos a aquellos animales que presentan un esqueleto externo endurecido que recubre todo su cuerpo (Jaramillo Daniel, 2002).

Los organismos que habitan el suelo desempeñan un papel importante estos contribuyen al mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Su presencia o ausencia sirve como indicador de la calidad y salud del suelo, los macroorganismos se ubican en tres niveles dentro del perfil del suelo: Nivel superficial (0 a 5cm) -epigeos-, organismos de gran movilidad que viven sobre la hojarasca y en los primeros cinco centímetros del suelo. Se alimentan de materia orgánica y de otros organismos. Nivel intermedio (5 a 20 cm) --endógenos-, organismos de coloración gris y café oscuro. Viven y se alimentan de la fracción mineral y de la materia orgánica proveniente de la capa superficial. Nivel inferior (más de 20 cm) -anécicos-, organismos de coloraciones pálidas y se alimentan especialmente de materia orgánica (Coral, 1998).

4.12 Biomasa vegetal.

Es aquella materia orgánica de origen vegetal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica. Es un término que se refiere al contenido de material vegetal seco de una planta, es una variable importante en los bioprocesos, ya que determina la tasa de producción, el consumo de nutrientes. La cantidad total de biomasa presente en una muestra puede medirse en términos de peso seco por unidad de volumen, ya sea como sólido en

suspensión totales o sólidos en suspensión volátil, se separa lo líquido del material vegetal es decir la células del líquido (Arnaiz, C., Isac, L., Lebrato, J., 2000).

La productividad se relaciona con la edad o desarrollo del ecosistema, en un ecosistema joven la biomasa acumulada es menor que la productividad, mientras que en los ecosistemas antiguos la relación es inversa. Biomasa por secado es el resultado de: Inactivación de las enzimas, Ablandamiento del producto, Eliminación parcial del contenido de agua en los tejidos, Fijación y acentuación del color natural (Olivier, S., 1981).

V. MATERIALES Y METODOS.

5.1 Ubicación del estudio y datos edafoclimáticos

El presente estudio se desarrolló en el área de Investigación y Producción del Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA), Campus Agropecuario UNAN-León, ubicado a 1.5 km al sureste de la ciudad de León, carretera a La Ceiba, la zona presenta temperatura promedio de 28.5°C, humedad relativa 75%, precipitaciones anuales de 1,500mm, topografía plana con pendientes del 1% , suelos francos arenosos con un PH de 6.7, altitud de 90msnm, latitud de 12°-26 °C norte y longitud de 86-53 oeste Weatherspark (2019)

5.2 Tipo de estudio

En la investigación se utilizó un diseño experimental, es un procedimiento metodológico en el cual un grupo de individuos, son divididos en forma aleatoria en grupos de estudio y control, y son analizados con respecto a un factor o medida que el investigador introduce para estudiar y evaluar.

5.3 Descripción del área de estudio

Para el establecimiento del ensayo se delimitó un área de 720m². Dividiéndose en 4 unidades experimentales, de 60m de largo por 1.5m de ancho cada uno, con un total de 360m² de tratamientos.

5.4 Diseño del experimento

Es un Diseño D.C.A, este se utiliza cuando las muestras presentan homogeneidad, lo que permite colocar completamente al azar los tratamientos, este se utiliza en ensayos de campo, en las que las unidades experimentales no requieren de bloqueo (Pedroza, 2006).

5.5 Descripción de los tratamientos (Ver anexo 5-8)

Tratamientos	Descripción
T1: Composta semi-fermentada	Restos de cultivo de maíz, estiércol, tierra y agua. Se dejó en fermentación por 40 días. Se colocó sobre el suelo una capa de 5 cm de alto.
T2: Frijol Mungo	Se utilizó el cultivo de frijol mungo como cobertura viva, porque ser un frijol abono que es utilizado por productores como cultivo de cobertura. Se sembraron 3 surcos a una distancia de 30cm entre surcos y 5cm entre plantas.
T3: Cobertura muerta	Restos de malezas presentes en el área delimitada. Se colocó sobre el suelo una capa de 10cm a 15cm de alto.
T4: Suelo descubierto	Este tratamiento es el testigo el cual quedo completamente sin cobertura

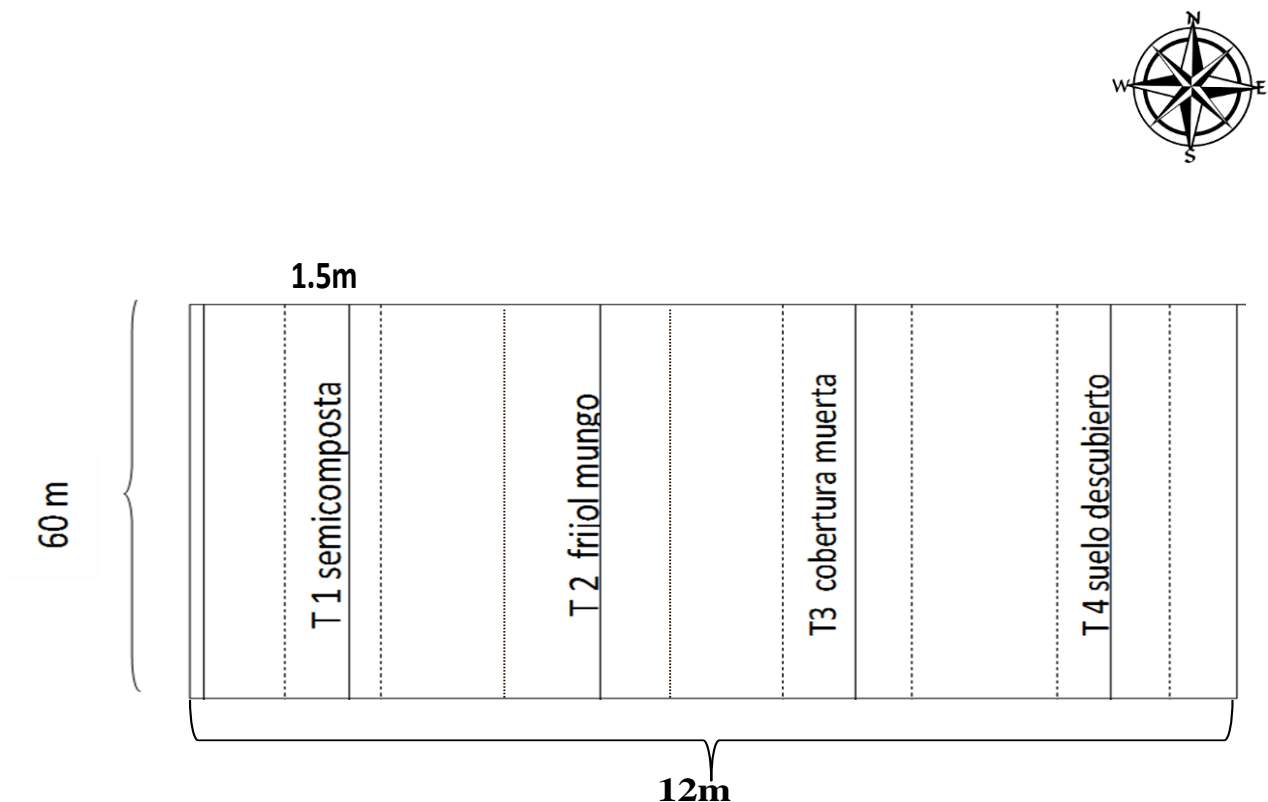
5.6 Tipo de muestreo.

El muestreo que se empleó es aleatorio simple en el que se tomó tres muestras por tratamiento, esto se realizó una vez al mes durante siete meses, para obtener las muestras físicas y biológicas del suelo excepto la variable, infiltración que solo se tomaron dos puntos por tratamiento. Se realizó una vez al mes durante siete meses excepto las variables, compactación que se tomó dos veces al inicio y final del experimento, y cobertura de frijol mungo que se tomó al final del experimento.

5.7 Establecimiento del experimento

Para el establecimiento de nuestro ensayo se realizó un estudio previo a las condiciones físicas del suelo en la parcela de las papayas luego se dividió el área donde se colocaron los tratamientos según el diseño planteado, se colocó sobre el suelo la composta semifermentada, se sembró el frijol mungo, luego se colocó la cobertura vegetal muerta y por último el tratamiento testigo que fue el suelo descubierto.

5.8 Diseño del establecimiento.



5.9 Definición y medición de las variables.

5.9.1 Densidad Aparente del suelo, por método del cilindro

Se realizó el muestreo una vez al mes durante siete meses, se tomaron tres puntos por tratamiento, para determinarla se calculó primero el volumen del cilindro metálico en (cm³), se utilizó la fórmula: ($V = \pi r^2 h$), luego se extrajo la muestra en campo a 5 y 10cm, se pesó en laboratorio, se seca al horno a 105°C por 48h. El cálculo se obtiene de la división de la muestra del peso seco de suelo entre el volumen del cilindro, a como lo expresa la siguiente formula.

Formula 1:	Da (gr/cm3) = Pss /V	(Sampat, 1991)
-------------------	-----------------------------	-----------------------

Da=Densidad aparente.

Pss=Peso seco del suelo (g).

V=Volumen del cilindro (cm³).

5.9.2 Porcentaje de Porosidad.

Se tomaron tres puntos por tratamiento, se tomó la muestra en cilindros metálicos, se llevó al laboratorio, una vez ya conocida la densidad aparente se utilizó la constante de Densidad Real 2.65, y se utilizó la fórmula.

Formula 2:	P (%) = 100 (1 - da/dr)	(Sampat, 1991)
-------------------	--------------------------------	-----------------------

P=Porosidad.

Da=Densidad aparente.

Dr=Densidad real.

5.9.3 Infiltración de agua por método de doble cilindro.

Se realizó el muestreo una vez al mes durante siete meses, se tomaron dos puntos por tratamiento, se colocó el doble cilindro nivelándolo, se saturaba el anillo exterior luego se le aplicó 500ml de agua en el anillo interior y se medía el tiempo de infiltración con ayuda de un cronometro, esto se repetía hasta que el tiempo de infiltración se estabilizaba en intervalos de 20 segundos; la fórmula que se utilizó es:

Formula 3: $I=K*t^{-n}$
(kaurichev, 1980)

I=Velocidad de infiltración.
K=Velocidad de infiltración en el primer minuto.
T=Tiempo en minutos.
N=Pendiente de la curva.

Formula 4: $Iac=C*T^b$
(kaurichev, 1980)

Iac=Infiltración acumulada.
C=Agua infiltrada en el primer minuto.
T=Tiempo en minutos.
B=Pendiente de la curva

5.9.4 Determinación de la Materia orgánica por Método de Incineración

Es una de las tecnologías térmicas existentes para el tratamiento de residuos, la incineración es la quema de materiales a alta temperatura generalmente superior a 600°C, mezclados con una cantidad apropiada de aire durante un tiempo predeterminado (Steubing, Godoy, & Alberdi, 2001).

Se tomó la muestra de suelo superficial, en laboratorio se secó a temperatura ambiente por una semana, luego en el laboratorio se lavaron los crisoles y se secaron en la mufla a una temperatura de 100°C, se tomó el peso vacío de estos con una balanza, luego se pesaron dos gramos de muestra de suelo por crisol y se pusieron dentro de la mufla a una temperatura de 600°C, se resolvió con la fórmula:

Formula 5: $M.O (\%) = (PM-PC/PM)*100$

(Blume, L, J., B.A.Schumacher, P.W. Shaffer (1990))

PM=Peso de la muestra seca (gr).
PC=Peso de la ceniza (gr).

5.9.5 Determinación de la Compactación del suelo, por el método del Penetrométero.

Para realizar esta variable se utilizó un penetrométero que es una herramienta con la cual se prueba el nivel de compactación y labrado del suelo. El medidor contiene tres colores: verde indica buenas condiciones para el cultivo, suelo no compactado, amarillo, condiciones regulares para el cultivo, suelo moderadamente compactados y rojo que indica malas condiciones para el cultivo, suelo altamente compactado, en el centro tiene una barra de un metro de largo y tiene grabado en ella las medidas del metro. Su punta, tiene forma de cono, las medidas que se utilizo es de ¾ Tip,

para suelos blandos. Se penetraba el suelo a 10cm y 20cm, la unidad de medida está determinada en PSI (Libras por pulgada cuadrada).

5.9.6 Peso de Biomasa de maleza.

Se utilizó la técnica del metro cuadrado que consiste en tomar todas las malezas que se encuentran dentro de este, se llevó al laboratorio, se tomó el peso fresco, luego se dejó secar a temperatura ambiente durante tres días, se procedió a meterla al horno a una temperatura de 100⁰C y se tomó el peso seco siendo este el valor de biomasa (Labrada R. 1992).

5.9.7 Cobertura de maleza.

La técnica que se utilizó para determinar el porcentaje de maleza es el m², el cual consiste colocar un marco de un metro cuadrado de forma aleatoria en el área del tratamiento, luego se contabiliza el número de malezas presentes y se calcula por la fórmula.

Formula 6:	Malezas (%) = $N^{\circ} p \times 100 \div T$	(Labrada R. 1992)
-------------------	-----------------------------------------------------------------	--------------------------

N° p=Numero de plantas.

T=Testigo.

5.9.8 Peso de Biomasa de frijol mungo.

Se utilizó la técnica del metro cuadrado, se cortaron las plantas que estaban dentro, se llevaron al laboratorio, donde se tomó el peso fresco, luego se dejó secar por tres días a temperatura ambiente, se metió al horno a una temperatura de 100⁰C y se tomó el peso seco, el cual indica la biomasa obtenida.

5.9.9 Temperatura del suelo.

Se utilizó termómetro se midió la temperatura del suelo a 10cm de profundidad, durante 30 segundos esperando a que se estabilizara.

5.9.10 Macro-organismos.

La técnica que se utilizó es el pie cubico el cual consiste en marcar un cuadro de 30 x 30 cm, en la superficie del suelo, luego se extrae la tierra de 30cm de profundidad y se coloca sobre un saco blanco, se trasladaba la tierra al tamiz para deshacer con los dedos todos los terrones grandes y se mueve el tamiz para que el suelo gire alrededor, pero sin botarla. Continuamos hasta que el suelo haya pasado a través del tamiz, y anotamos todos los organismos que quedaron encima.

5.10 Análisis estadístico.

- Descriptivo de variables
- Distribución de datos (Normal)
- Si cumple la normalidad se procede a ANOVA
- Comparación de medias. (DUNCAN)

5.11 Análisis de los datos.

Se utilizó el programa Microsoft Excel 2010 para crear la base de datos, posteriormente se utilizó el SPSS versión 19 para analizar la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov Smirnov, y luego se realizó la prueba ANOVA de un factor para muestras independientes.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

6.1 Efecto de tres coberturas vegetales sobre las condiciones físicas del suelo

Las características físicas del suelo son esenciales para determinar las condiciones de desarrollo de los cultivos Sampat (1991).

Dentro de las variables evaluadas en la investigación se obtuvo que densidad aparente no presenta diferencia entre lo tratamientos. En la tabla 8 se muestran los valores promedios de esta variable física, la cual se encuentran dentro del rango óptimo establecido para los suelos franco arenosos según los índices que presenta Rawls (1992) en sus estudios (Ver tabla 6).

Tabla 8. Valores promedios de las variables físicas en la parcela del CNRA 2017-2018.

Tratamientos	D.A	Porosidad	Infiltración	Temperatura	
	g/cm ³	%	mm/hr	°C	
Cobertura semicompostada	1.13	57.06	326.07b	28.47a	32
Cobertura frijol mungo	1.17	55.60	329.41b	28.38a	32
Cobertura vegetal muerta	1.15	56.18	298.89a	28.14a	32
Suelo descubierto	1.15	56.38	370.05b	29.38b	32
N	42	42	92	21	21

Los valores de densidad aparente comprenden entre 1.13 a 1.17 gr/cm³, el cual indica, que no existen diferencia estadística entre los tratamientos, sin embargo en los tratamientos frijol mungo y cobertura muerta, si existe diferencia significativa entre las profundidades a 5 y 10 cm entre el mismo tratamiento (ver anexo 22). Según Pedroza (2006), indica que la regla para que exista diferencia, debe ser mayor o menor al 50% del resultado mayor obtenido.

Según estudios de Pacheco (1980), los suelos que presentan densidad aparente mayor a 1.8 g/cm³ indican efecto de compactación, lo que significa que en las condiciones de las parcelas de estudio no se presenta compactación a los 10 cm de profundidad del suelo. Así mismo indica Pacheco (1980), que los suelos con densidad aparente menores a 1 g/cm³ indican alto porcentaje de porosidad, lo que favorece la infiltración de agua.

Peralta, E y Quintanilla, P (2017) en su investigación presentan datos de D.A. de 1.21 g/cm^3 en el que muestran que el tratamiento ecológico en conservación de suelo, donde colocaban las malezas que chapeaban sobre el suelo funcionando como cobertura, demostró mejorar la densidad aparente por lo que sus datos se encontraban en el rango óptimo según Pacheco (1980), al compararlo con nuestros tratamientos donde obtuvimos densidad hasta 1.17 g/cm^3 , lo que indica que el uso de cobertura vegetal, mantiene el suelo en sus rangos óptimos de densidad aparente.

El tratamiento cobertura semicompostada presentó un promedio de 57,06% de porosidad. El cual fue el mayor promedio y el tratamiento cobertura con frijol mungo el que presentó la menor porosidad (55.60 %). Según Kaurichev, (1980), los valores de porosidad obtenidos se encuentran en el rango óptimo. (Ver tabla 5). El efecto de la aplicación de material semidescompuesto influye sobre la reproducción de macroorganismos del suelo, que forman galería de túneles en los primeros 20 cm del perfil del suelo. Olivier, S., (1981).

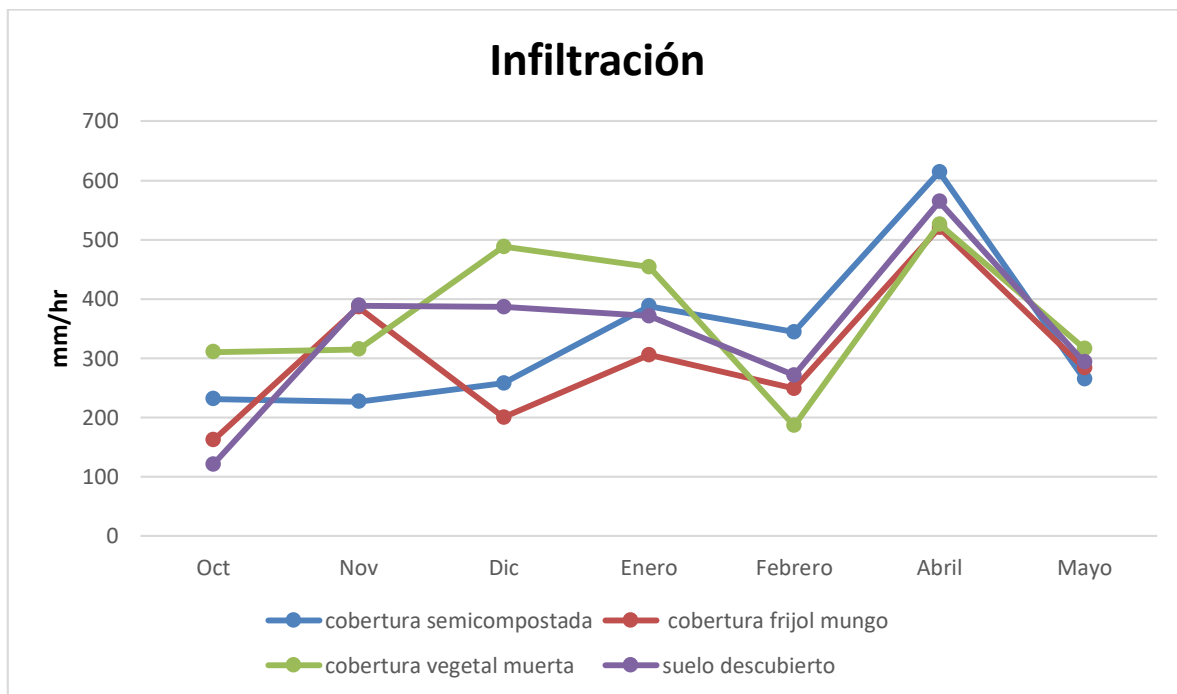
El bajo valor de porosidad que se obtuvieron en el tratamiento cobertura frijol mungo en comparación a cobertura semicompostada, se debió al estado de endurecimiento que tenía la superficie del suelo (10 cm), a tal grado que las raíces del frijol mungo se torcieron en su crecimiento, Ibáñez, J. (2006). Según Delgadillo, L., & Martínez, J. (2010) generalmente los suelos bajo sistemas de producción agrícola intensiva tienden a compactarse, y al reducir su porosidad pierden parte de su potencialidad de producción.

La variable Infiltración, muestra valor promedio mínimo de 298.89mm/hr para el tratamiento de cobertura vegetal muerta, y un máximo de 370.05 mm/hr en el tratamiento de suelo descubierto. Presentando una diferencia significativa el tratamiento cobertura vegetal muerta en comparación a los otros tratamientos. (Ver anexo 10). Según Kaurichev (1980), los resultados obtenidos de esta variable se encuentran entre los rangos bueno – óptimo de permeabilidad de los suelos (Ver tabla 4).

Valores de permeabilidad mayor de 500mm/hr indica según Kaurichev (1980), que el agua tiene caída en vacío, por lo que no se mantiene en la capa superficial del suelo y por ende no está disponible para la planta. Según Vélez, M (2002) la porosidad, compactación, humedad del suelo, son algunos de los factores que afectan el control de la infiltración.

En su investigación Sánchez, M, Matsura, S (2010) para analizar la resistencia del suelo a la permeabilidad fue tomado como referencia las cantidades de cobertura. Los tratamientos con aplicación de residuo de maíz mostraron menores valores de resistencia del suelo en relación al estado inicial del área y al tratamiento sin aplicación de cobertura. La disminución de los valores de resistencia del suelo están relacionados a la manutención del contenido de agua en el suelo proporcionado por la cobertura, considerando que el contenido de agua en el suelo ejerce fuerte influencia en los resultados de esta característica.

La temperatura se mantuvo en un rango de 28,14°C a 29,38°C, presentando una diferencia significativa entre el testigo con los demás tratamientos (ver anexo 14), debido a la fenología del cultivo de papaya que proporcionó sombra y creó un microclima en la parcela, de esta manera se mantiene una temperatura casi homogénea, según Primavesi, A (1984). A este fenómeno se le denomina como termostatos naturales ya que la planta transpira perdiendo agua hacia el aire en forma de vapor.

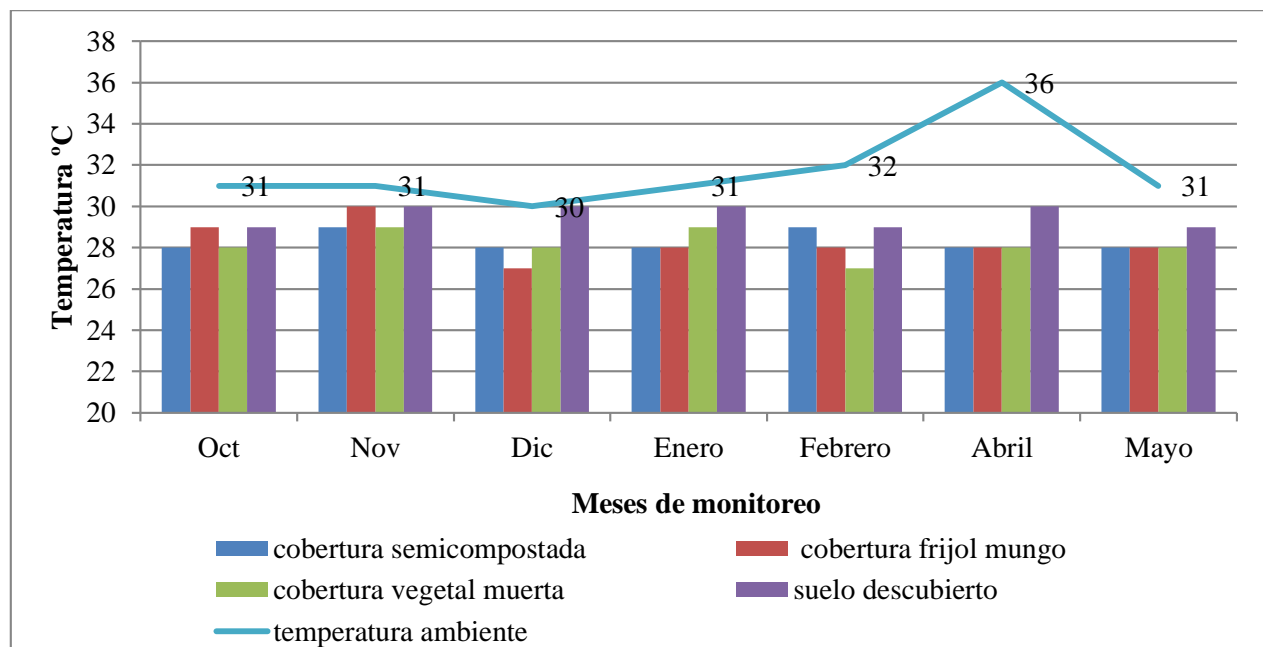


Grafica 1: Comportamiento de la permeabilidad de suelo del campus agropecuario (franco-arenoso) en los meses de evaluación (Octubre 2017-mayo 2018).

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo, es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación (Gurovich, 1985).

Los valores máximos de infiltración con respecto al tiempo (Gráfica 1), se encuentran presente en el mes de abril, donde los cuatros tratamientos tuvieron un aumento entre 526 – 614 mm/h. La infiltración bajo el tratamiento de cobertura muerta se mantuvo siempre con valores menores de 526,05 mm/h, mientras que el valor mayor de 614,19 mm/h se presentó en el tratamiento de cobertura semicompostada.

Estos aumentos de la tasa de permeabilidad se deben, a que el mes de abril se encuentra al final de la estación de verano, siendo unos de los meses con mayor temperatura, por lo cual los espacios porosos suelo se encuentra con mayor contenidos de aire por la evaporación, por ende se necesita mayor cantidad de agua para saturar los poros.



Gráfica 2: Comportamiento de la temperatura del suelo bajo sistemas de coberturas y su relación a la temperatura ambiente (Octubre 2017-mayo 2018).

La Temperatura del suelo agrícola condiciona los procesos microbianos que tienen lugar en el suelo. También influye en la absorción de los nutrientes y es necesaria para la germinación de la semilla, Primavesi, A (1984).

En la tabla 8 se muestran los resultados promedios de temperatura del suelo a 10cm de profundidad en 7 meses de monitoreo, lo valores mínimos de temperatura (28.14 °C) se presentaron en el tratamiento cobertura vegetal muerta y un valor máximo de 29.38 °C para el tratamiento suelo descubierto. Al comparar estas temperaturas con la temperatura ambiental, se determina que el tratamiento con cobertura muerta, es el que regula el calor del suelo.

En la gráfica 2 se muestran los valores de la temperatura del suelo con respecto al tiempo, donde se puede observar que entre los meses de octubre a enero se encuentran entre **27-30 °C**. Durante esos mismos meses la temperatura ambiente presento escaladas hasta de **31 °C**, lo que indica que los tratamientos redujeron temperatura de 1-2 °C.

Sin embargo, en el mes de abril, donde la temperatura ambiental llego a un máximo 36°C, los tratamientos que ejercieron efecto de reducción de temperatura, fueron cobertura semicompostada, cobertura frijol mungo y cobertura vegetal muerta que lograron reducir hasta 8°C, esto indica que las coberturas vegetales lograron disminuir la temperatura del suelo principalmente en meses con temperaturas ambientales altas.

Tabla 9. Estado de compactación a 10 y 20 cm de profundidad de las parcelas antes y después de establecido el experimento. (Octubre 2017 y mayo 2018).

Tratamientos	Compactación (lb/plg ²)			Compactación (lb/plg ²)		
	Octubre	Mayo	Diferencia	Octubre	Mayo	Diferencia
	Profundidad 10 cm			Profundidad 20 cm		
Cobertura semicompostada	108	88	20	258	233	25
Cobertura frijol mungo	120	100	20	327	298	29
Cobertura vegetal muerta	90	75	15	270	258	12
Suelo descubierto	100	83	17	292	263	28
N	3	3	3	3	3	3

La compactación del suelo corresponde a la pérdida de volumen y porosidad que experimenta una determinada masa de suelo, debido a fuerzas externas que actúan sobre él (FAO, 2007).

El área donde se colocaron los tratamientos, presentaba una compactación entre 90 a 120 lb/plg² en el mes de octubre antes de la aplicación a 10 cm de profundidad y de 270 a 327 lb/plg² a 20

cm de profundidad, la cobertura frijol mungo logro reducir a los 10cm, de 120 lb/plg² a 100 lb/plg², en siete meses.

Este mismo efecto se presentó a los 20cm de profundidad donde el cultivo de frijol mungo redujo de 327 lb/plg² a 298 lb/plg² al finalizar los muestreos en el mes de mayo, presento una reducción de resistencia del suelo con una diferencia de 29 lb/plg², (Ver tabla 9), también existe una diferencia significativa entre el mismo tratamiento para frijol mungo en las dos profundidades, (Ver anexo 12) debido a que esta planta presenta raíces pivotantes capaces de romper gradualmente las capas compactadas FAO (2015).

Según (Dickey-John Soil, 2017) los rangos de compactación de color verde , comprenden de 0 a 200PSI, es decir se encuentra en condiciones buenas para el cultivo, suelo no compactados, que indican una buena estructura física, mejorando la permeabilidad y aumentando la porosidad que favorece al crecimiento radicular. Los que se encuentran en color rojo son mayores a 300 lo que indica malas condiciones para el cultivo, suelo altamente compactado (Ver tabla 7).

Los tratamientos de coberturas utilizados en esta investigación lograron reducir los niveles de compactación de la parcela donde se establecieron, ya que hay diferencias entre el estado inicial (suelos totalmente descubiertos) y el estado final de la resistencia del suelo (suelos bajo los tratamientos).

Estudios realizados por el INTA, Argentina (2017), utilizaron el cultivo de colza que posee raíz pivotante similar al frijol mungo, donde presentan resultados que logro disminuir la compactación en los primeros 30 cm de profundidad, esto significa que el uso de cobertura viva principalmente plantas con raíces pivotantes, logran reducir los niveles de compactación mejorando la infiltración y porosidad del suelo.

6.2 Efecto de tres coberturas vegetales sobre las condiciones biológicas del suelo

Las propiedades biológicas están asociadas a la presencia de materia orgánica y de organismos vivos del suelo, los cuales mejoran las condiciones del suelo acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica, Olivier, S (1981).

Tabla 9. Valores promedios de las variables biológicas en la parcela del CNRA 2017-2018.

Tratamientos	Macrofauna	Materia orgánica	Biomasa
	Número total	%	Kg/60m ²
Cobertura semicompostada	104a	9.8a	
Cobertura frijol mungo	77b	8.9b	3.2
Cobertura vegetal muerta	102a	9.2b	
Suelo descubierto	57c	6.6c	
N	21	63	1

El tratamiento cobertura semicompostada demostró tener mayor presencia de Macrofauna con un total de 104 organismos, el cual obtuvo una diferencia de 47 organismos con respecto al testigo suelo descubierto, se presenta una diferencia significativa entre cobertura semicompostada y muerta con respecto al tratamiento testigo (Ver anexo 17 y 18). Esto se debe a que la cobertura semicomposta contiene material vegetal y estiércol bovino el cual funciona como alimento.

Según Olivier, S (1981) en estudios realizados menciona que los macroorganismos desempeñan un papel importante, ya que contribuyen al mejoramiento de las propiedades físicas, y biológicas del suelo. Su presencia o ausencia sirve como indicador de la calidad y salud de este.

Con respecto a la variable del contenido de materia orgánica, es un factor que índice de fertilidad y regeneración de los suelos, Carrasco, M (1981), los resultados obtenidos el tratamiento bajo Cobertura semicompostada presenta un promedio de 9.8 %. Se presentó una diferencia significativa entre en el tratamiento cobertura semicompostada con suelo descubierto (Ver anexo 15 y 16).

Esto significa que la aplicación de material semicompostada ayuda al aumento de MO, debido que el material está más disponible para ser mineralizado por los microorganismos del suelo (Fassbender, 1982) (Ver tabla 3).

Este se diferencia de los demás tratamientos debido a que el proceso de descomposición del humus se encuentra más avanzado por el proceso de semicompostaje, en cambio los otros tratamientos, comenzaban el proceso de descomposición una vez establecido, A partir de los parámetros del contenido de materia orgánica, según Blume, L, J., B.A.Schumacher, P.W. Shaffer (1990) se encuentra en un clase media/alta de materia orgánica.

Esto indica mejor estructura, mayor capacidad de absorción de humedad y nutrientes, capacidad de intercambio para su nutrición y disponibilidad de micro-macro elementos. Así como potencializar su porosidad, (Valdez, M 2015).

En la variable de biomasa de frijol mungo se obtuvo un promedio de $3.2/60m^2$, esto se debe a que el suelo donde se estableció el tratamiento se encontraba en niveles altos de compactación y bajos de porosidad (Ver tabla 8), estas dos propiedades físicas del suelo son importantes e influyen en el desarrollo de las plantas, a pesar que la planta de frijol mungo tiene raíces pivotantes estas no pudieron penetrar la parte compactada del suelo y absorber los nutrientes necesarios para su desarrollo.

Ibáñez (2006) debe existir un espacio poroso adecuado entre las partículas del suelo. El principal obstáculo con el que se puede encontrar la raíz en su crecimiento es el impedimento mecánico y compactación. Según Lebrato, J.,(2000) el peso de la biomasa de una planta está relacionada con la absorción de nutrientes, esto quiere decir que entre más nutrientes absorba la planta más biomasa producirá.

En estudios realizados sobre conservación de suelo por Gómez, F (enero, 2014) en el que utilizaron barreras vivas y barreras muertas. Presentaron resultados donde los tratamientos aumentaron la presencia de macroorganismos y porcentaje de materia orgánica. Al compararlos con nuestro estudio donde el tratamiento de cobertura semicompostada ayudo a aumentar la cantidad de macroorganismos y materia orgánica. Esto nos indica que las coberturas vegetales o barreras vivas y muertas son técnicas que mejoran las condiciones biológicas del suelo ya que la presencia vegetal sobre el suelo es una fuente de alimento y habitat de organismos presentes en el suelo y nuestro tratamiento cobertura semicomposta tenía los materiales vegetales disponibles para la mineralización.

6.3 Efecto de las coberturas como técnicas para el manejo de las malezas.

Las malezas son plantas no deseadas dentro de los sistemas agrícolas, ya que interfieren en las actividades de producción, compiten con los cultivos por nutrientes, agua y luz, así como sirven de hospederas a insectos y patógenos dañinos. (Fernández, 1979).

Tabla 10. Valores promedios de las variables para el manejo de malezas en la parcela del CNRA 2017-2018.

Tratamientos	Biomasa de maleza	Porcentaje de maleza	Numero de malezas promedio total
	Kg/Ha	%	N ⁰
Cobertura semicompostada	203.8b	55.3b	26
Cobertura frijol mungo	237.6b	56.2b	26
Cobertura vegetal muerta	194.3a	38.8a	18
Suelo descubierto	421.c	100c	46
N	84	84	84

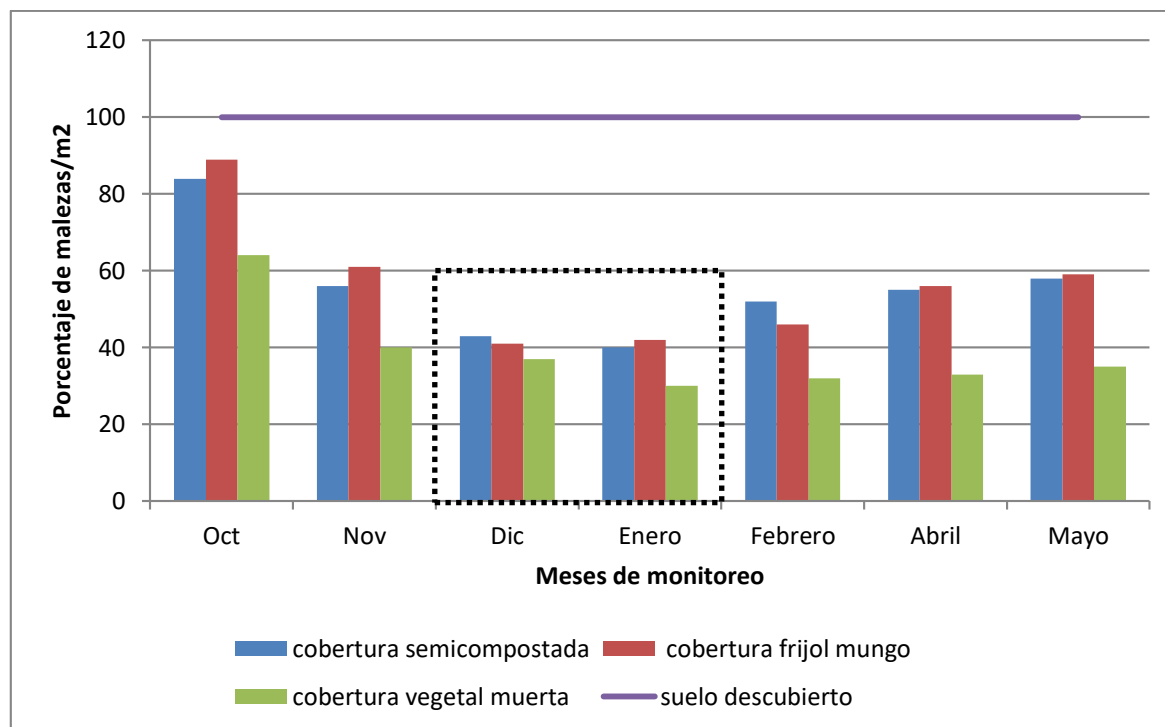
En la tabla 10 se muestran los valores promedios de las variables para manejo de malezas. En la variable biomasa de maleza se obtuvo el menor valor en el tratamiento de cobertura vegetal muerta con un promedio de 194,3 Kg/Ha. Esto quiere decir que hubo menor presencia de maleza, con una diferencia de 226.7 Kg/Ha menor al testigo que presentaba suelo descubierto. Por lo tanto estadísticamente hay diferencia significativa entre el tratamiento cobertura vegetal muerta con respecto al tratamiento testigo, (Ver anexo 20).

La cobertura muerta cubrió toda la superficie del suelo funcionando como una capa protectora, impidiendo la penetración directa de los rayos del sol. Según estudios realizados por Fernández, (1979) la semilla de maleza necesita para germinar: humedad, sustrato, temperatura y luz. En el caso de la producción de biomasa bajo el tratamiento de suelo descubierto, el sol hacia contacto con facilidad, lo que indujo a una mayor presencia de malezas.

De igual manera el tratamiento de cobertura vegetal muerta presento el menor valor en porcentaje de malezas con promedio de 38,8%, lo que significa una reducción del 61.2% de malezas con respecto al testigo suelo descubierto, lo que significa que existe diferencia significativa entre los dos tratamientos, (Ver anexo 21). En su investigación (Labrada R, 1992) menciona que el testigo representa el 100% de la población de maleza, para determinar el efecto que tienen los demás tratamientos para el control de maleza en una investigación. En estudios realizados por

(Fernández, 1979), se confirma que la cobertura muerta reduce la competencia que existe entre cultivo y maleza, potencializando así la producción.

Estudios realizados sobre coberturas vegetales por Contto, C, González, L (2005) en el que utilizaron coberturas vegetales de leguminosas (*V. radiata*, *C. cajan*, *C. ensiformis*.) lograron reducir la presencia de malezas. Al compararlo con nuestros estudios donde el tratamiento de cobertura vegetal muerta logro disminuir el porcentaje de malezas. Esto significa que al utilizar coberturas vegetales sobre la superficie del suelo impide el crecimiento de malezas en áreas de cultivos.



Grafica 4: Efecto de las coberturas vegetales sobre el porcentaje de maleza.

Las malezas que interfieren en las actividades de producción, compiten con los cultivos por espacio dentro del área agrícolas, (Fernández, 1979).

La presencia de maleza antes de colocar los tratamientos (coberturas) oscilaba dentro de un promedio mayor a 60 % de cobertura por m². Un mes después (Grafica 4) se redujo la presencia de maleza hasta en un 30%, resultando ser el tratamiento cobertura vegetal muerta la que mejor control ejerció sobre las malezas.

El efecto más eficiente para el control de malezas se observa dos meses después de colocar las coberturas, en diciembre y enero (Grafica 4). Luego se observa un aumento a partir del mes de febrero, esto quiere decir que para lograr controlar la presencia de maleza en un mayor periodo de tiempo, se necesita volver aplicar cobertura cada dos meses, debido que las coberturas utilizadas es un material orgánico y se descompone conforme el tiempo, reduciendo su volumen y cobertura.

VII. CONCLUSIÓN.

Las coberturas vegetales ejercieron efecto sobre las condiciones físicas del suelo, donde el tratamiento cobertura semicompostada obtuvo un promedio de 57.07%, de porosidad la cual incremento manteniéndose en el rango óptimo, una densidad aparente baja.

El tratamiento con cobertura vegetal muerta obtuvo los resultados en infiltración con 298.89 mm/hr, disminuyendo lo que indica que retenía humedad considerándose una permeabilidad de los suelos entre bueno – óptimo. Esto influyen sobre la regulación de la temperatura, donde se determinó un promedio de 28.14⁰C, logro reducir la temperatura del suelo con respecto a la temperatura ambiente.

Las coberturas vegetales no tuvieron efecto sobre la variable D.A. al presentar valores que comprenden entre 1.13 a 1.17, no presentando diferencia estadísticas entre los tratamientos. Estos valores se encuentran dentro del rango óptimo establecido para los suelos franco arenosos.

En las condiciones biológicas el tratamiento cobertura semicompostada se presentaron mayor número de Macrofauna con 104 organismos. Así mismo se presentó un aumento de materia orgánica con 9.8%, lo que significa suelo en una clase media/alta.

El tratamiento de frijol mungo además de ejercer una protección de la superficie del suelo, apporto una producción de biomasa extra al suelo en la que se obtuvo 3.2 Kg/60m², el cual disminuyo la compactación en una diferencia de 20 lb/plg² a 10cm y 29 lb/plg² a 20 cm de profundidad a través del tiempo.

En el manejo y control de maleza el tratamiento que demostró ser más eficiente fue el tratamiento cobertura vegetal muerta, presentando un promedio de 194.3 Kg/Ha de biomasa de maleza, lo que influyo sobre la presencia de malezas que se obtuvo 38.8%.

VIII. RECOMENDACIÓN.

- Dentro de las coberturas vegetales utilizadas, la cobertura semicompostada se recomienda para mejorar condiciones físicas, debido a que mejoró porosidad y compactación, lo que regula la aireación y contenido de agua en los poros.
- Para mejorar infiltración y temperatura se recomienda utilizar cobertura vegetal muerta que retiene la humedad del suelo y evita la radiación solar directa, disminuyendo la evaporación.
- Para mejorar las condiciones biológicas del suelo se recomienda utilizar la cobertura semicompostada, que demostró tener mayor presencia de macrofauna acelerando la descomposición, el cual favorece en el aumento de MO, debido que el material está más disponible para ser mineralizado por los microorganismos del suelo.
- Para el manejo de malezas en cultivos se recomienda utilizar cobertura vegetal muerta, la cual presento menor porcentaje y biomasa de malezas, debido que inhibe su crecimiento al no penetrar los rayos solares.
- El cultivo de frijol mungo se recomienda para disminuir los niveles de compactación ya que presenta raíces pivotantes capaces de romper gradualmente las capas compactadas.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, R. (2007). Efecto de la cobertura de Mucuna de Eringiana sobre las características físico-químico del suelo en el rendimiento de Solanum Sessiliflorum Dunal. Cocona.
- Alcantar, J., & Ramos, H. (2014). Cobertura vegetal guia tecnica numero 8. CENTA.
- Alvares, E., & Castillo, X. (2008). Monitoreo de las condiciones del suelo del CNRA bajo diferentes tipos de acolchado en dos fases. Leon: Unan-Leon.
- Arnaiz, C., & Lebrato, J. (2000). Deteminacion de la biomasa en procesos biologicos. Sevilla.
- Blume, J., Schumacher, B. A., & Shaffer, P. W. (1990). Manual de metodos para estudios de deposiciones para acidos, laboratorio de analisis para quimica de suelo. Agencia de proteccion del medio ambiente de los Estados Unidos. Las Vegas, Nevada.
- Carrasco, J. (1981). Quimica agricola. Madrid, España: Alhambra.
- Castillo, X. (2011). Edafologia, introduccion a la ciencia del suelo. Leon, Nicaragua: Unan.
- Contton, C., & Gonzalez, L. (2005). Efecto de tres leguminosas sobre la cantidad de materia organica, aporte de NPK y la incidencia de malezas sobre el crecimiento de pitahaya. Recuperado el febrero de 2019, de Efecto de tres leguminosas sobre la cantidad de materia orgánica : <http://repositorio.una.edu.ni/1972/>
- Coral, D. (1998). Impacto de las practicas agricolas sobre la macrofauna del suelo en la cuenta alta del lago Gamues. Colombia: Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.
- Delgadillo, L., & Martinez, J. (2010). Manual de procedimientos analiticos, laboratorio de fisica de suelo.
- Dickey, J. (febrero de 2019). Dickey Joil Soil, Compaction Tester-Penetrometer-Moisture Meters. Obtenido de <http://www.dickeyjoilsoil.com>
- FAO. (2002). Metodos de campo, cursos eco-suelo. Los secretos de la vida del suelo y su manejo para una agricultura mas sostenible. Santa Catalina: INIAP.
- FAO. (2007). Agricultura de conservacion para el manejo sostenible e inetegrado de los recursos naturales en microcuencas hidrograficas. Nicaragua.

- FAO. (2015). Manejo e identificación de enfermedades que afectan hojas y vainas en el cultivo de frijol. FAO.
- FAO. (2015). Manejo e identificación de plagas en plantulas en el cultivo de frijol. FAO.
- Fassbender, H. (1982). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.
- Fernández, O. (1979). Manejo integrado de malezas.
- Gómez, F. (2015). Efectividad de obras de conservación de suelos implementadas en la finca la Milagrosa, municipio de Comuapa. Boaco, Nicaragua: Unan-Managua.
- Gurovich, L. (1985). Fundamentos y diseños de sistemas de riego (primera ed.). Costa Rica: CIAA.
- Ivañez, J. (2006). La compactación del suelo. Exploración del suelo por las raíces (Vol. 2).
- Jaramillo, D., & Jaramillo, F. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Kaurichev, I. (1980). Prácticas de edafología.
- Labrada, R. (1992). Weed management-a component of IPM. Proceedings, international workshop weed management of Asia and the Pacific region. Recuperado el 04 de febrero de 2019, de Manejo de malezas para países en desarrollo:
<https://books.google.com.ni/books?id=i7inikglZZEC&pg=PA9&lpg=PA9&dq=Labrada,+R+weed+management-a+component+of+IPM.+Proceedings,+international+workshop+weed+management+of+Asia+and+the+Pacific+region&source=bl&ots=oHGqIS1PF3&sig=ACfU3U2IDR1RugSPkeQrjXaNOJkk>
- Nelson, D., & Sommers, L. (1996). Carbon total, carbon orgánico, materia de carbono, en métodos de análisis de suelo. Obtenido de
https://www.researchgate.net/publication/327402988_COMPARACION_DE_METODOS_PARA_ANALIZAR_MATERIA_ORGANICA_EN_MATERIALES_ORGANICOS
- Olivier, S. (1981). Ecología y subdesarrollos en América Latina. México D.F, México.

- Pacheco, M. (1980). metodología para la caracterización física con fines de diagnósticos de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Maracay: Venezuela.
- Pedrosa, H., & Dicovskyi, L. (2006). Sistema de análisis estadístico con spss.
- Pilar, R., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual del compostaje del agricultor. FAO.
- Primavesi, A. (1984). Manejo ecológico del suelo (quinta ed.).
- Qintanilla, P., Peralta, E., Castillo, X., & Cea, N. (2016). Efecto del manejo convencional versus agricultura de conservación, sobre las propiedades físicas del suelo, Campus Agrpecuario, UNAN-Leon. Leon, Nicaragua: UNAN-Leon.
- Rawls. (1992). Estimación de la densidad aparente .
- Richmond, P. (2017). Efecto de las raíces de Colza sobre las propiedades físicas del suelo. Recuperado el febrero de 2019, de Efecto de las raíces de colza (Brassica Napus L.) - INTA (Argentina): <https://inta.gob.ar/documentos/efecto-de-las-raices-de-colza-brassica-napus-l-sobre-propiedades-fisicas-de-un-suelo-hapludol-entico>
- Rodríguez, G. (2007). Efecto de la cobertura del suelo con cascarrilla de arroz en el crecimiento y rendimiento del tomate de ramillete. Habana, Cuba: Instituto de la Investigación Hortícola Liliana Dimitrova.
- Salamanca, J., & Sadeghian, K. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. Colombia: CENICAFE.
- Sampat, G. (1991). Física de suelo, principios y aplicaciones. FAO.
- Sanchez, S., Menezes, S., Eiji, M., & Salomao, F. (2010). Efecto de la cobertura en las propiedades del suelo y frijol irrigado. Bogota, Colombia.
- Steubing, L., Godoy, R., & Alberdi, M. (2001). Métodos de ecología vegetal (primera ed.). Santiago, Chile: Universitaria.S.A.
- Thuston, D. (1992). Sistemas de siembra con cobertura . N.Y.: Cornell University.
- Valdez, M. (2015). Importancia de la materia orgánica en la agricultura.

Velez, M., & Velez, J. (2002). Infiltracion (Vol. 8). Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Weatherspark. (Marzo de 2019). Clima promedio en León, Nicaragua, durante todo el año - Weather ... Obtenido de <https://es.weatherspark.com> › Nicaragua › León

Zelaya, C. (2015). Alarmante degradacion de los suelos en Nicaragua. Nicaragua: FAO;CIAT.

X. ANEXOS



Anexo 1. Crisoles con muestra de suelo para incineración de M.O.



Anexo 2. Doble cilindro para muestra de infiltración.



Anexo 3. Cilindro metálico para densidad aparente y porosidad.



Anexo 4. Mufla para incineración de materia orgánica.



Anexo 5. Tratamiento 1 cobertura semicompostada



Anexo 6. Tratamiento 2 cobertura frijol mungo.



Anexo 7. Tratamiento 3 cobertura vegetal muerta.



Anexo 8. Tratamiento 4 suelo descubierto.

Anexo 10. Tabla de ANOVA para la variable infiltración.

Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
Cobertura semicompostada	Frijol mungo	30,5182371	27,0523453	,672
	Cobertura muerta	-40,6456675	27,5266108	,453
	Suelo descubierto	3,3334309	27,2481319	,999
Frijol mungo	Cobertura semicompostada	-30,5182371	27,0523453	,672
	Cobertura muerta	-71,1639046*	26,5760880	,039
	Suelo descubierto	-27,1848062	26,2875416	,730
Cobertura muerta	Cobertura semicompostada	40,6456675	27,5266108	,453
	Frijol mungo	71,1639046*	26,5760880	,039
	Suelo descubierto	43,9790983	26,7753573	,356
Suelo descubierto	Cobertura semicompostada	-3,3334309	27,2481319	,999
	Frijol mungo	27,1848062	26,2875416	,730
	Cobertura muerta	-43,9790983	26,7753573	,356

Anexo 11. Tabla de Duncan de separación de media entre los tratamientos para la variable infiltración

	Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^{a,b}	Frijol mungo	99	298,893245	
	Suelo descubierto	96	326,078051	326,078051
	Cobertura semicompostada	86	329,411482	329,411482
	Cobertura muerta	92		370,057150
	Sig.			,669
Duncan ^{a,b}	Frijol mungo	99	298,893245	
	Suelo descubierto	96	326,078051	326,078051
	Cobertura semicompostada	86	329,411482	329,411482
	Cobertura muerta	92		370,057150
	Sig.			,289

Anexo 12. Tabla de ANOVA para la variable Compactación (Por profundidad).

(I)Tratamientos	(J)Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.
Cobertura semicompostada	Frijol mungo	-37,08*	12,723	,028
	Cobertura muerta	,83	12,723	1,000
	Suelo descubierto	-10,42	12,723	,845
Frijol mungo	Cobertura semicompostada	37,08*	12,723	,028
	Cobertura muerta	37,92*	12,723	,024
	Suelo descubierto	26,67	12,723	,172
Cobertura muerta	Cobertura semicompostada	-,83	12,723	1,000
	Frijol mungo	-37,92*	12,723	,024
	Suelo descubierto	-11,25	12,723	,813
Suelo descubierto	Cobertura semicompostada	10,42	12,723	,845
	Frijol mungo	-26,67	12,723	,172
	Cobertura muerta	11,25	12,723	,813

Anexo 13. Tabla de separación de media antes y después de la aplicación para la variable compactación

Tratamiento	Antes del establecimiento	Después del establecimiento
Cobertura semicompostada	222.3	199.1
Frijol mungo	179.1	165
Cobertura vegetal muerta	180	166.6
Suelo descubierto	195.8	173.3

Anexo 14. Tabla de ANOVA para la variable temperatura.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Temperatura °C a 10 cm	Inter-grupos	18,524	3	6,175	6,701	,000
	Intra-grupos	73,714	80	,921		
	Total	92,238	83			
Temperatura de ambiente	Inter-grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	281,143	80	3,514		
	Total	281,143	83			

Anexo 15. Tabla de ANOVA para la variable **materia orgánica** comparando entre los tratamientos.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	63,897	6	10,650	4,131	,001
Intra-grupos	631,654	245	2,578		
Total	695,551	251			

Anexo 16. Tabla de Duncan de separación de media entre los tratamientos para la variable materia orgánica

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Suelo descubierto	63	6,775040		
Frijol mungo	63		8,928972	
Cobertura muerta	63		9,295147	
Coberura semicompostada	63			9,848982
Sig.		1,000	,086	1,000

Anexo 17. Tabla de ANOVA para la variable macrofauna.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Cant.	Inter-grupos	71,333	3	23,778	10,902	,000
	Intra-grupos	174,476	80	2,181		
	Total	245,810	83			
Especies	Inter-grupos	28,095	3	9,365	7,132	,000
	Intra-grupos	105,048	80	1,313		
	Total	133,143	83			

Anexo 18. Tabla de Duncan para la variable macrofauna.

	Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
HSD de Tukey ^a	Suelo descubierto	21	2,71		
	Frijol mungo	21	3,67	3,67	
	Cobertura semicompostada	21		4,86	4,86
	Cobertura muerta	21			4,95
	Sig.		,165	,051	,997
Duncan ^a	Suelo descubierto	21	2,71		
	Frijol mungo	21		3,67	
	Cobertura semicompostada	21			4,86
	Cobertura muerta	21			4,95
	Sig.		1,000	1,000	,835

Anexo 19. Tabla de ANOVA para la variable porcentaje y biomasa de maleza.

			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Biomasa de maleza_TonHa Tratamientos	Inter-grupos	(Combinadas)	,688	1	,688	38,791	,000
	Intra-grupos		1,455	82	,018		
	Total		2,143	83			
Porcentaje_de_maleza * Tratamientos_	Inter-grupos	(Combinadas)	39125,397	1	39125,397	155,497	,000
	Intra-grupos		20632,413	82	251,615		
	Total		59757,810	83			

Anexo 20. Tabla Duncan para la variable biomasa de maleza.

	Tratamientos	N	Subconjunto	
			1	2
DHS de Tukey	cobertura muerta	21	,1943	
	cobertura semicompostada	21	,2038	
	cobertura frijol mungo	21	,2376	
	suelo descubierto	21		,4210
	Sig.		,721	1,000
Duncan	cobertura muerta	21	,1943	
	cobertura semicompostada	21	,2038	
	cobertura frijol mungo	21	,2376	
	suelo descubierto	21		,4210
	Sig.		,328	1,000

Anexo 21. Tabla Duncan para la variable porcentaje de maleza.

	Tratamientos	N	Subconjunto		
			1	2	3
DHS de Tukey ^{a,b,c}	cobertura muerta	21	38,8095		
	cobertura semicompostada	21		55,3810	
	cobertura frijol mungo	21		56,2857	
	suelo descubierto	21			100,0000
	Sig.		1,000	,997	1,000
Duncan ^{a,b,c}	cobertura muerta	21	38,8095		
	cobertura semicompostada	21		55,3810	
	cobertura frijol mungo	21		56,2857	
	suelo descubierto	21			100,0000
	Sig.		1,000	,839	1,000

Anexo 22. Tabla Duncan para la variable Densidad Aparente a dos profundidades.

Tratamiento	Profundidad 5 cm	Profundidad 10 cm
Cobertura Semicompostada	1.12	1.16
Frijol Mungo	1.14 a	1.21 b
Cobertura Vegetal Muerta	1.12 a	1.20 b
Suelo Descubierto	1.12	1.19