

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA-LEON
FACULTAD DE CIENCIAS
INGENIERIA AGROECOLOGICA TROPICAL**



Monitoreo de las condiciones de suelo del CNRA bajo diferentes tipos de acolchados en dos fases.

Fase A: Plástico Blanco-Humo, Roca fosfórica y Cascarilla de arroz.
Fase B: Plástico Blanco-Humo, Plástico Plata y Plástico Plata-Negro.

**TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO EN AGROECOLOGÍA
TROPICAL:**

Autor:

Br. Eddie Ramón Álvarez Zelaya.

Tutor:

PhD. Xiomara Castillo.

León, Febrero de 2008

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

i - AGRADECIMIENTO

Les agradezco de corazón a todas aquellas personas con las que he vivido, las que he encontrado en mi camino, que han caminado a mi lado, que han crecido conmigo, que me han enseñado y de las que he aprendido, que me han preguntado y he respondido, que me han ayudado cuando yo no he podido, que me han dicho gracias por ser solo su amigo. Le agradezco a cada una de ellas por haber dejado en mi parte de su semilla, la cual con amor y orgullo dejó que broten en mí para forjar mi alma y completar mi camino.

Una vez leí un libro en donde el autor hablaba sobre un Guerrero de la Luz y desde entonces me fascinó por la mención del autor. Años más tarde leí del mismo autor un libro titulado “Manual del Guerrero de la Luz”, fue entonces cuando aprendí que todos podemos serlo y entonces descubrí que yo camine con ellos. Es por eso que hoy les agradezco.

ii - DEDICATORIA

A Dios quien me ha dado fuerzas para seguir adelante siempre que creía no poder, el que me ha regalado una linda familia la cual siempre me ha apoyado en todo y animándome a seguir con lo iniciado; a ellos que han sido instrumento de Dios para mantenerme siempre en el camino correcto y no dejarme abatir por los malos momentos.

A mi Madre la cual se sacrifico toda su vida para poder educarnos, que a pesar de llegar agotada siempre tiene aliento para nosotros, mis Hermanos que siempre hemos velado por nosotros. A mi Tía quien siempre nos ha ayudado hasta en los momentos más difíciles de nuestra vida. A mis Abuelos que han sido indispensables para mi formación para recordarme lo difícil que es una vida sin estudios.

A mis amigos, los cuales a lo largo de toda mi vida de estudio he conocido y han dejado en mí una parte de ellos; que a pesar de las peleas y los disgustos mantuvimos siempre el respeto personal y grupal.

A mis profesores a los cuales les debo disculpas por todas las veces que me porte mal con ellos, lo cual nunca fue motivo para dejar de enseñarme, al contrario se esforzaban más en ayudarme.

iv. Resumen

.....

I.
Introducción.....1
.....1

II.
Objetivos.....3
.....3

III. Marco
Teórico.....4
.....4

IV .Materiales y
Método.....13
.....13

V. Resultados y
Discusión.....22
.....22

VI.
Conclusiones.....43
.....43

VII.
Recomendaciones.....44
...44

VIII.
Bibliografía.....45
.45

IX.Anexos.....49
.....49

iv – RESUMEN

El uso intensivo de los suelos en los sistemas hortícola ocasiona a largo plazo cambios en las características del suelo, uno de los principales cambios son los ocasionados a las condiciones químicas y físicas del suelo, debido a las aplicaciones constante de fertilizantes sintéticos (sales minerales) que son demandas por las hortalizas.

Es indispensable mantener un monitoreo constante en las propiedades químicas y físicas de losa suelos ya que estos pueden variar debido a las condiciones climáticas o al manejo que se le de a la parcela, el monitoreo es el seguimiento que se le da a una parcela o cultivo para ver como este cambia en base a tipo de manejo que se le de al cultivo es por eso que a través de los indicadores podremos demostrar el estado de en que se puede encontrar los suelos, el estudio se llevo acabo en las áreas de investigación del CNRA, ubicado en el Campus agropecuario. La clase de suelo predominante es franco arenoso, con niveles de pH de 7. Las condiciones climáticas son las propias del trópico seco, con temperatura promedio de 28.9°C y precipitaciones anuales de 1500 mm al año.

La importancia de conocer las características químicas de los suelos es que estos parámetros dan un indicio de la calidad de los suelos y su probable uso, es decir la concentración de iones y cationes en los suelos. En general el pH es uno de los principales características, suelos con valores de pH entre 5.8 a 7.5 o "neutros" tienen probabilidades de ser más favorables para la mayoría de los cultivos, suelos con pH menor a 5 pueden tener carencia de elementos importantes (Ca, Mg, P, etc). Los pH altos indican presencia de carbonatos, principalmente aquellos compuestos que contienen carbón. (R. GUERRERO1993).

I. INTRODUCCION

El uso intensivo de los suelos en los sistemas hortícola ocasiona a largo plazo cambios en las características del mismo, uno de los principales cambios son los ocasionados a las condiciones químicas y físicas del este, debido a las aplicaciones constante de fertilizantes sintéticos (sales minerales) que son demandadas por las hortalizas.

La Agroplasticultura es un término que nace en la década de los años cincuenta en Francia y se define como el estudio de las aplicaciones de los materiales plásticos para el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias, con la intención de mejorar los rendimientos y la calidad de los productos. Con la introducción de los plásticos agrícolas en los sistemas producción el efecto hacia las reacciones químicas del suelo es más palpable, debido al limitado intercambio de gases, comportamiento del flujo hídrico y térmico a que está sometido el suelo.

Existe amplia información relacionada con los efectos de los acolchados sobre los cultivos. Entre los componentes modificados, están el crecimiento, el rendimiento y la calidad de numerosas especies hortícolas. El efecto es más marcado en aquéllas de enraizamiento superficial y alto requerimiento térmico, como las cucurbitáceas. Otro de los beneficios logrados con las cubiertas plásticas es el incremento de la masa radical y de la absorción de nutrientes (WIEN *ET AL.*, 1993). En control de malezas se ha observado efectividad incluso sobre ciperáceas, utilizando PE transparente (GABRIEL *ET AL.*, 1994).

En Polonia, FELCZYNSKI *ET AL.* (1994) estudió el uso efectivo de cubiertas de PE y polipropileno (PP) como túneles con acolchado de PE negro y transparente para el cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L.). En tomate (*Lycopersicon esculentum*) se ha argumentado que el color de la lámina plástica induciría modificaciones en el desarrollo de la planta al afectar el reparto de asimilados, provocado por el efecto que tendría la calidad de la luz que rodea la planta sobre el sistema fitocromo (GABRIEL *ET AL.*, 1994). LIBIK *ET AL.* (1994) obtuvieron resultados igualmente interesantes en el cultivo de sandía

(*Citrullus lanatus*), con un efecto en rendimiento de más de tres veces en relación al suelo descubierto

La mayor parte de estos estudios se ha centrado en los efectos de la práctica del acolchado sobre los cultivos, los agentes patógenos, las plagas o las malezas (PULLMAN *ET AL.*, 1981; GUTKOWSKI & TERRANOVA, 1991; MONTEALEGRE *ET AL.*, 1997).

Este estudio se basa en el análisis comparativo de 3 tipos de acolchados plástico, cascarilla y roca volcánica, así como 3 tipos de agroplásticos; plástico Blanco-Humo, plástico Plata, plástico Plata-Negro.

El monitoreo de suelo a lo largo del tiempo nos permite identificar las posibles variaciones que se presentan en el suelo mismo, por causas de alteraciones en su composición, manejo y efectos climáticos adversos. Con la información generada se pueden establecer parámetros de comportamiento que nos indican u orientan cuando se hace necesario corregir o realizar manejos dirigidos para la conservación y sostenibilidad del recurso suelo.

El presente trabajo está orientado a proporcionar datos sobre el efecto de los acolchados en algunas características de suelo, como base para la toma de decisión sobre el tipo de acolchado más conveniente para las condiciones edáficas y climáticas de la zona de occidente.

II. OBJETIVOS

General:

Análisis de las condiciones de los suelos bajo diferentes acolchados y condiciones climáticas.

Específico:

- Determinar las condiciones del suelo y agua de riego del CNRA
- Determinar la influencia de los sistemas de acolchados sobre las propiedades del suelo.

III. MARCO TEORICO.

El monitoreo es el seguimiento que se le da a una parcela o cultivo para ver como este cambia en base a tipo de manejo que se le de al cultivo es por eso que a través de los indicadores podremos demostrar el estado de en que se puede encontrar los suelos.

Es muy importante conocer si el suelo es capaz de mantener la sostenibilidad para lo cual se necesita de los indicadores para ver el grado en que se encuentra la sostenibilidad, mediante la validación lo que se logra hacer es medir los indicadores y contrastarlos con los resultados con parámetros establecidos para concluir si estos son errados o correctos, dentro de los parámetros establecidos tomamos algunas tablas de ENACAL (Tabla 5 de Resultados).

Los análisis son más que todo la forma de revisar toda la información obtenida a través de la toma de decisiones en los cuales se emplearon las metodologías para evaluar los indicadores; como indicadores para determinar variaciones del suelo tenemos:

1. **Temperatura:** Que se toma para ver el grado de actividad microbiana que esta presente en el suelo, y como esta va aumentando a medida que el cultivo va creciendo.
2. **pH:** Este se toma principalmente para ver como la fertilización va influyendo de manera periódica en la alteración del pH al igual se estará tomando este dato mientras se este abonando al cultivo.
3. **Conductividad eléctrica:** Es la medida con que el suelo es capaz de transferir descargas eléctricas a través de su estructura.

La compactación

La compactación de suelos es el proceso artificial por el cual las partículas de suelo son obligadas a estar mas en contacto las unas con las otras, mediante una reducción del índice de vacíos, empleando medios mecánicos, lo cual se traduce en un mejoramiento de sus propiedades ingenieriles (La Evaluación Mundial de la Degradación de los Suelos (GLASOD), por sus siglas en inglés, <file:///F:/articulos.php.htm>).

En países como Venezuela se esta procediendo a realizar estudios de compactación en el cultivo de maíz midiendo determinar el efecto de la compactación de un suelo a capacidad de campo sobre la biomasa, longitud, volumen y densidad de longitud de las raíces de plántulas de maíz (*Zea mays*) (file:///F:/nunez_m.htm).

1. Aspectos generales del cultivo del Tomate:

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cultivado tanto en huertos caseros como en áreas comerciales, es una de las hortalizas más populares del mundo; está catalogado como una buena fuente de vitaminas A y C, y puede ayudar a corregir las deficiencias de esas vitaminas en países como el nuestro. El potencial del tomate en los trópicos es muy grande. Debido a su alto valor económico, constituye un gran atractivo para los pequeños agricultores; utiliza mano de obra intensiva creando empleos en las zonas

rurales, como también, estimula el empleo urbano; puede incrementar exportaciones; mejorar la nutrición de la gente y aumentar el ingreso de los agricultores.

Sin embargo, es necesario que en Nicaragua, se dé al cultivo de hortalizas mayor importancia, y en particular el tomate, tienen múltiples ventajas económicas y nutritivas. Además, su producción se adapta bien a condiciones agro climáticas de los trópicos, particularmente, bajo riego y en zonas altas con marcados períodos secos.

2. Descripción Botánica del Tomate:

El tomate es miembro de la familia de las Solanáceas, a la que también pertenecen, además la papa, el tabaco, la berenjena, los chiles y el tomate de árbol nativo del Perú y cultivado extensamente en los países Andinos. Aunque, biológicamente, el tomate es una planta semi perenne, apta para vivir y producir frutos durante varios años, se cultiva como anual por razones económicas y comerciales.

Sistema radical: Está compuesto por una raíz principal de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 m. Bajo condiciones apropiadas para el cultivo algunas raíces pueden profundizar hasta 2 metros; no obstante, la mayor parte (>80 %) del sistema radicular se localiza entre los 10 y 45cm de profundidad. Las plantas que son producidas en vivero y trasplantadas al campo, tienen un sistema radical superficial. Mediante el método de siembra directo, las raíces, que no sufren ningún daño de arranque, alcanzan mayor profundidad, aumentando la resistencia de las plantas a la sequía. Las raíces adventicias aumentan la capacidad de absorción de agua y nutrientes de las plantas. Esta es la causa fundamental que determina la necesidad de que se realicen aporques durante el desarrollo de las plantas, lo que se traduce en mayores rendimientos. Las raíces adventicias también se forman en la parte inferior de los tallos horizontales o caídos, en contacto con el suelo.

El tallo: El tomate posee un tallo herbáceo. En su primera etapa de crecimiento es erecto y cilíndrico y luego se vuelve decumbente y angular. Está cubierto por pelos glandulares, los cuales segregan una sustancia viscosa de color verde – amarillento, con un olor característico que actúa como repelente para muchos insectos. El tamaño viene determinado tanto por las características genéticas de las plantas como por muchos otros factores, encontrándose plantas de porte bajo, con 30 – 40 cm, y de porte alto, que pueden alcanzar hasta 3 m. Después de brotar de la séptima a la décima hoja, la planta detiene el crecimiento del tallo principal. En este momento las sustancias originadas en la fotosíntesis pasan de las hojas a las zonas donde inicia el desarrollo floral y de retoños, para dar origen a las ramas laterales que se ubican en las axilas de las hojas del tallo primario. Las variedades de tomate cuyo tallo principal y sus ramificaciones terminan en un racimo floral, reciben el nombre de determinadas. Cuando en un grupo, el último racimo de la parte terminal del tallo principal forma en el seno de la última hoja un hijo y continúa el crecimiento del tallo principal, las variedades reciben el nombre de indeterminadas.

Las hojas: Las hojas de tomate son pinnadas compuestas. La hoja típica de plantas cultivadas mide hasta 50cm de largo y un poco menos de ancho, con un gran folíolo terminal y hasta 8 grandes folíolos laterales, que a veces son compuestos. Los folíolos son peciolados y lobulados irregularmente, pilosos y aromáticos. Las características

hereditarias del tomate y las condiciones bajo cultivo determinan el tamaño de las hojas, las peculiaridades de su margen y el carácter de la superficie.

Las flores: El tomate posee una inflorescencia en forma de racimo, con flores pequeñas, medianas o grandes, de coloración amarilla en diferentes tonalidades. El racimo puede ser simple, de un sólo eje o compuesto, cuando posee un eje con varias ramas, de acuerdo con la longitud y la disposición de las ramificaciones del racimo, este puede ser compacto o disperso. La cantidad de flores es regulada por características hereditarias y condiciones de cultivo. El número de flores por racimo puede ser de 7 a 9, y en algunos casos se han reportado más de 300 flores.

Las flores son hermafroditas, con 5 – 6 pétalos dispuestos en una corola tubular, con igual número de estambres unidos en la base de la corola, dentro de la cual se encuentra el pistilo. A veces, el pistilo puede ser muy largo, colocando así el estigma por encima de los estambres, lo que dificulta la auto polinización y aumenta la posibilidad de la fecundación cruzada, que puede llegar a ser del 2 al 5%. La fecundación cruzada puede ser ayudada por abejas melíferas y thrips.

Todos los cultivares modernos de tomate se auto polinizan. La polinización se produce generalmente en el momento de la antesis, aún cuando los estigmas permanecen receptivos desde dos días antes y hasta dos días después de la antesis. El ovario, que es el que se transforma en el fruto, es súpero y puede ser bi carpelar y pluri o poli carpelar (2 a 10 ó más carpelos). La forma varía, encontrándose ovarios esferoidales, alargados con superficies llanas o acostilladas. En las variedades de porte bajo y determinadas, el primer racimo floral se forma en la quinta o sexta hoja, y los siguientes cada 2 – 3 hojas, lo que hace que tales variedades sean lentas y con fructificación en períodos diferentes. La cosecha no puede hacerse en una sola pasada.

El fruto: El fruto consiste en una baya de forma, dimensión y número de lóculos variable, según el cultivar. Dependiendo de la forma, los frutos de tomate pueden ser redondeados, aplanados, ovalados, sumí ovalados, alargados, en forma de uva o pera, y otras. La superficie puede ser lisa o rugosa, siendo esta última de poca importancia económica, tanto para el consumo fresco como para las industrias procesadoras. La cantidad de lóculos pueden ser de 2 ó más, aunque la mayoría de las variedades típicas industriales y las especies silvestres de frutos muy pequeños son de dos lóculos, mientras que las de consumo fresco (generalmente de frutos grandes) poseen varios lóculos (8 – 10 ó más). Mientras menor es la cámara y el espesor de la piel que cubre el fruto, mayor será la pulpa o masa. La forma de los frutos puede ser asimétrica, cuando los lóculos están distribuidos de una manera desordenada; y simétrica, cuando se distribuyen regularmente en torno a la placenta..

La semilla: Es pequeña, con dimensiones alrededor de 5 x 4 x 2 mm. Su coloración es amarillenta con matiz grisáceo. Su forma puede ser aplanada larga, en forma de riñón, redondeada y pubescente. La semilla consta de tres partes: el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, que da origen a la planta adulta, esta formado, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. El endospermo contiene las reservas nutritivas necesarias para el desarrollo inicial del embrión; mientras que la testa o cubierta seminal esta formada por un tejido duro e impermeable, recubierto de vellos, que envuelve y protege al embrión y al endospermo. Su capacidad

germinativa, bajo condiciones óptimas de almacenamiento, se puede mantener por 5 ó 6 años.

3. Fenología del Tomate:

El conocimiento de la fenología del cultivo es muy importante para el manejo integrado de las plagas del tomate, ya que la susceptibilidad del cultivo al daño por plagas varía de acuerdo con su estado de desarrollo. A su vez, la incidencia de las plagas es función de los factores ambientales y de la condición del cultivo. El conocimiento de la presencia de las plagas, de acuerdo con el estado de desarrollo del tomate, puede servir al técnico o al agricultor para concentrar sus esfuerzos de detección, monitoreo y control. Se podrá, entonces, evaluar con mayor propiedad la importancia del ataque de una plaga en particular, y las posibles medidas de manejo, conociendo la variedad del cultivo, la población de la plaga y sus umbrales de acción en función de la etapa de desarrollo del tomate.

Durante la etapa de plántula: cualquier daño al follaje o a las raicillas puede ser crítico para su supervivencia. El productor y el técnico deben de estar concientes de la presencia de malezas, plagas cortadoras, mosca blanca, minadores, etc., y patógenos (**Pythium sp.**, **Rhizoctonia sp.**, **Fusarium sp.**)

Durante el desarrollo vegetativo: la mayor parte de la energía de la planta se dirige a formar el follaje, durante esta etapa predominan las plagas que atacan directamente el follaje, tales como: el gusano cortador (**Spodoptera sp.**), los minadores (**Lyriomiza sp.**, **Keifferia lycopersicella (Walsingham)**) y los transmisores de enfermedades como mosca blanca (**Bemisia tabaci Genn.**). Así mismo, los nemátodos comienzan a invadir el sistema radical según las condiciones ambientales; enfermedades como: la virosis, marchites y tizones estarán presentes con importancia variable. Si durante la fase vegetativa temprana, se permite que las malezas compitan libremente con el cultivo, la reducción en el desarrollo del tomate puede ser irreversible y afectar su potencial de producción.

Durante la etapa reproductiva: trae consigo otras plagas primarias, tales como **Helicoverpa zea (Boddie)** y mantiene la importancia de otras como **K. lycopersicella** y **Spodoptera sp.** La incidencia de virosis y los nematodos en la etapa vegetativa se refleja durante la etapa reproductiva, en la que puede causar pérdidas significativas de producción. Las malezas compitiendo por nutrientes al inicio de la floración y formación de frutos, pueden causar reducciones importantes en la producción.

4. Requerimientos Agro ecológicos del Tomate:

El tomate prospera en muchas latitudes y bajo un amplio rango de suelos, temperaturas y métodos de siembra.

Suelos: Se recomienda el uso de suelos francos a franco arcillosos para el cultivo. Los suelos muy pesados retienen mucha humedad y restringen la respiración de las raíces, además crean un ambiente favorable a enfermedades, como **Botrytis sp.**, **Pseudomonas sp.**, **Alternaria solani (Ellis & Martin) J. y Gr.**, **Phytophthora infestans (Mont) de Bary**, etc., que fácilmente destruyen el cultivo. El tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, prefiere suelos de pH entre 5.0 y 7.0, aunque admite

cierta tolerancia a valores de pH más altos que 7.0. Las enmiendas de materia orgánica y azufre son beneficiosas en este tipo de suelos.

Radiación: El tomate es un cultivo que no responde a las horas luz del día (foto período), pero que si requiere una excelente iluminación. Las plantas deben estar expuestas plenamente a la luz solar para optimizar su producción. La iluminación limitada reduce la fotosíntesis, y crea dentro de la planta, una mayor competencia por los nutrientes asimilados, con incidencia negativa para el desarrollo y la producción. La densidad de población, las prácticas de poda y los sistemas de tutorado se utilizan para optimizar la exposición de las superficies foliares de las plantas al sol, y maximizar la capacidad fotosintética, el desarrollo y la productividad.

Temperatura: El tomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera temperaturas muy frías. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12 °C a 16 °C y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21 °C a 24 °C, siendo la óptima de 22 °C. Las temperaturas menores de 15 °C y mayores de 35 °C pueden detener su crecimiento. Cuando se dan temperaturas altas (>35°C) durante 5 – 10 días antes de la antesis, hay poco cuajado de frutos a causa del deterioro de los granos de polen. Si las altas temperaturas se dan durante 1-3 días después de antesis, el embrión muere. El cuajado de frutos también es bajo cuando las temperaturas nocturnas son altas (25°C - 27°C) antes y después de antesis.

Las plantas de tomate sufren y disminuyen su crecimiento a temperaturas inferiores a los 15°C; mientras que a 10°C la mayor parte de las flores abortan. Por esta razón, aun en los trópicos, no se recomienda sembrar a campo abierto a alturas mayores de 2000 m, en donde posiblemente prevalecen temperaturas muy frías. En los trópicos, se recomienda el cultivo de tomate de 400 a 2000 msnm.

La temperatura ideal para la maduración de los frutos es de 18°C a 24°C; si es menor de 13°C, los frutos maduran muy pobres. Cuando la temperatura es mayor de 32°C, los frutos en almacenamiento pierden su color rojo, originado por el pigmento llamado licopeno, y se tornan amarillos. Las temperaturas de 22°C a 28°C propician una excelente pigmentación roja.

Humedad relativa: La humedad relativa (HR) del aire mayor del 90 % es perjudicial para el cultivo de tomate, pues favorece el desarrollo de enfermedades foliares y gaméticas, particularmente **Botrytis cinerea**, reduce el cuajado de los frutos y la viabilidad del polen, sobre todo bajo condiciones de poca iluminación. El rango ideal para este cultivo es de 70 % – 80 % de HR, aún a temperaturas bajas (13°C).

5. Etapa de Siembra:

En esta etapa debemos de tener en cuenta cuatro interrogantes muy importantes a la hora de la siembra.

Selección de Semilla: Una de las decisiones más importantes para sembrar tomate es la selección de semilla. En principio se piensa en una variedad que se adapte a la zona y a la época de siembra en la cual vamos a producir, de igual forma se debe considerar el sembrar variedades tolerantes al ataque de plagas, dado que variedades muy

susceptibles, además del riesgo de pérdidas, requieren alto uso de insumos, o sea, los costos de producción aumentan.

Varietades de tomate: La selección de la semilla en función de su calidad es un aspecto que debemos tener en cuenta. Hay algunos factores que se deben considerar, por ejemplo muchas enfermedades como hongos y bacterias pueden transmitirse por la semilla, por lo que nuestra acción debe ser una buena selección de semilla sana. Esto puede lograrse por medio de algunas pruebas de calidad que se hacen artesanalmente y asegurarse que la semilla proviene de plantaciones sanas de tomate y con buen vigor. Nunca usar semilla de origen dudoso, o que provenga de tomate comercial comprado en los mercados, el que indudablemente, está contaminado de muchas plagas. Si nos atrevemos a usar esta “calidad de semilla” desde el comienzo, vamos mal, seguramente, muchas no germinarán, perderíamos gran cantidad de plantas por enfermedades y por último nuestros frutos a cosechar no serían de la calidad deseada.

Selección del Terreno: Una vez que decidimos y seleccionamos la semilla que vamos a sembrar, la siguiente decisión es la selección del área o terreno donde sembraremos el tomate, ya sea que utilicemos siembra indirecta (por semillero y trasplante) o siembra directa. En Nicaragua se utiliza más la siembra indirecta. Es importante hacer una buena selección del suelo que se utilizará para semillero y el lugar donde se ubicará. En el suelo viven insectos plagas, malezas y microorganismos que causan enfermedades, razón por la cual debemos asegurarnos que el suelo y el terreno estén libres de plagas. Hay algunos muestreos que permiten detectar la presencia de éstas. Otro aspecto importante es ubicar el semillero lejos de rastrojos del tomate porque allí sobreviven las plagas.

Hacer una buena selección del terreno es una buena decisión antes de sembrar el tomate. Para la selección de un terreno en el que se puede tener buena producción y poca plaga se deben considerar los siguientes factores: Se ha observado que los suelos donde se produce mejor el tomate son aquellos suelos limosos, areno-limosos o arcillo-arenoso, con buen drenaje y pendientes menores del 5%. La profundidad del suelo debe ser mayor de 50 cm y el pH entre 5.5 - 7.

Se debe escoger un terreno donde hubo poco o nada de infestación de plagas en el ciclo anterior. Hay plagas que pueden sobrevivir en el suelo por mucho tiempo, sin embargo, se puede lograr reducir su incidencia seleccionando un terreno que bien pudo estar en barbecho, que haya sido rotado con gramíneas o que haya sido incorporado con abonos verdes.

Época de Siembra: Una vez seleccionada la semilla y el terreno, otra decisión importante es en qué época sembrar. Esta decisión dependerá de la variedad a utilizar y de las fuentes de agua disponibles (lluvia o riego). Es importante que en una zona tomatera con condiciones o características similares los productores intenten una siembra simultánea o casi al mismo tiempo. Cuando hay diferentes fechas de siembra en una misma época (tardías y/o tempranas) la zona se expone a una presencia permanente de plagas, lo cual puede afectar su manejo en diferentes plantíos.

6. Principales Plagas del Cultivo:

Desde el inicio nos debemos de preocupar por la presencia de los nemátodos, hongos, bacterias e insectos que viven en el suelo y que causan daño a las plantas de tomate. Es muy importante conocer su ciclo de vida para saber en que momento son vulnerables.

➤ **Etapa de Semillero:**

La mosca blanca: Principal plaga en el tomate, la mosca blanca (**Bemisia tabaci Genn**) es un insecto muy pequeño de color blanco que por lo general se encuentra en muchos cultivos y muchas malezas debajo de las hojas. Causa varios tipos de daño como: transmisión de virus, chupa la savia y produce una mielecilla ó fumagina donde se reproduce el hongo **Capnodium spp.**, que cubre la hoja afectando la fotosíntesis. La mosca blanca tiene la característica de tener una alta tasa de reproducción, ya que en su ciclo vital es capaz de poner entre 48 a 394 huevecillos. Es un insecto muy pequeño con alas de color blanco, su cuerpo es de color amarillo pálido y sus ojos son rojos. La mosca blanca que daña al tomate tiene la característica de transmitir virus y provocar el daño al cultivo conocido como “Crespo” o encrespamiento del tomate, las moscas blancas son insectos hemimetábolos, cuyo ciclo de vida incluye una etapa de huevecillo, 4 estadios ninfales y el adulto. Al último estadio ninfal se le llama comúnmente “pupa”. Los huevecillos son de color amarillo pálido, poseen un pedicelo (pelo) que se inserta en la superficie de la hoja, estos huevecillos son puestos en el envés de las hojas y el período de eclosión dependerá de la temperatura, a 20o C tarda 10 - 11.5 día y a 30o C tarda 5-6 días.

Donde se hospeda la Mosca Blanca: De acuerdo a estudios hechos en el Valle de Sébaco las moscas blancas tienen un buen número de cultivos y malezas donde prefieren alimentarse, vivir y reproducirse, los principales cultivos donde se mantiene la mosca blanca son: tomate, frijol, pepino, pipían, soya y las principales malezas hospederas son: **Chichiguaste (Lagascea mollis)**, **Jalacate (Thitonia rotundifolia)**, **Escoba lisa (Sida acuta)**, **Flor amarilla (Melampodium divaricatum)**, **Lechosa (Euphorbia heterophylla)**, **Amor seco (Bidens pilosa)**, **Escobilla morada (Melochia sp)**, **Lavaplatos (Croton sp.)**, **Popa (Physalis sp.)**, **Hierba de sapo (Malachra alceifolia)**.

Como Controlar Mosca Blanca: Una medida que ha dado buen resultado es el uso de semilleros tapados con malla antimosca blanca. Se trata de una malla muy fina que no permite la entrada de este insecto. Recordemos que la mosca blanca transmite la virosis que más adelante nos va a causar la enfermedad del crespo con lo cual tendremos poca o ninguna cosecha si esta es muy severa. Después de sembrar el semillero se procede a instalar la malla sobre un armazón que puede hacerse con alambre o varas de bambú por ejemplo, luego la aseguramos muy bien en sus bordes con piedras o tierra para evitar que el viento la levante. Los riegos se hacen normalmente sobre la malla, cuando las plantas tengan 3 hojas verdaderas se procede a destapar el semillero y a realizar el trasplante, la malla se lava y se guarda para proteger el semillero del próximo ciclo.

Enemigos naturales de la Mosca Blanca: La mosca blanca tiene enemigos en el campo, hay insectos que se comen o se alimentan de los huevecillos y ninfas que están debajo de las hojas, y a estos les llaman depredadores. Dentro de ellos los principales son las larvas de León de áfidos y algunos Coccinélidos o mariquitas que también se las comen, pero los principales controladores naturales son unas avispitas que ponen huevos dentro de las ninfas de las moscas blancas, de donde nace un gusano que se come a la mosca blanca antes de que ésta salga, saliendo del cascarón de la ninfa una avispa en vez de una mosca blanca; a estos se les llama parasitoides y ellos ejercen un buen control de moscas blancas, sobre todo cuando las poblaciones no son altas.

Enfermedades Presentes en el cultivo: Principalmente el mal del talluelo, en el semillero pueden aparecer varias enfermedades pero la más común es el mal del talluelo, una enfermedad que puede ser causada por hongos como **Rhizoctonia spp.**, **Pythium spp.**, **Phytophthora spp.**, **Fusarium spp.** La presencia de **Pythium** es la causa principal del daño en preemergencia o post-emergencia. Este hongo produce una pelusa blanca (micelio). La germinación de las estructuras del hongo es favorecida por temperaturas mayores de 18 °C. **Pythium** vive en los restos de plantas o en sus raíces e infecta todo tipo de semilla en suelos húmedos.

¿Cómo reconocer al mal del talluelo?

Una planta con mal de talluelo se pone amarilla y sus hojas se marchitan y mueren, hay estrangulamiento y pudrición en el tallo y las raíces se pudren. El daño se presenta mayormente antes o después de que las plántulas emerjan. Cuando la plántula tiene 2 ó 3 hojas formadas estas escapan de la enfermedad.

IV. MATERIALES Y METODOS.

4.1 Descripción del lugar de estudio:

El estudio se llevo a cabo en las áreas de investigación del CNRA, ubicado en el Campus agropecuario. La clase de suelo predominante es franco arenoso, con niveles de pH de 7. Las condiciones climáticas son las propias del trópico seco, con temperatura promedio de 28.9°C y precipitaciones anuales promedio de 1500 mm al año.

4.2 Descripción de los materiales de estudios (Fase A):

Durante la primera fase del cultivo, la cual se llevo a cabo en la etapa de invierno, se realizo la siembra de los plantines el 3 de agosto y el trasplante a campo se hizo el 5 Septiembre del 2007 en la cual se utilizó:

- a. **Variedad de tomate utilizada:** Gem Pride
- b. **Abonos orgánicos:** Estiércol, Lombriabono, Bocashi

4.3 Definición de los tratamientos: (Acolchados FASE A)

- a. **Tratamiento 1: Plástico (gris-humo):** Los plásticos agrícolas utilizados como acolchados tienen como objetivo la protección del cultivo, evitando el crecimiento de malezas, altas evaporaciones de agua del suelo y arrastre de suelo en época de invierno. Así mismo evita la presencia de insectos por reflejar la luz solar. El plástico gris-humo es un polímero de baja densidad, el cual está diseñado para las condiciones del trópico.
- b. **Tratamiento 2: Cascarilla de arroz:** Como una alternativa de acolchado que cumpla con las funciones de los mismos y que sea de fácil acceso para los productores. Además de que una vez utilizado dicho material, este podrá ser reciclado e incorporado al suelo, mejorando así las condiciones físicas del mismo.
- c. **Tratamiento 3: Acolchado de piedra pómez:** Se utilizó como acolchado para brindar protección contra el arrastre y recalentamiento del suelo; ha este acolchado se trasto de homogeneizar la roca para brindar una mayor cobertura y evitar la formación de espacios que se dejen si cubrir. Así mismo como alternativa de acolchado para las zonas de fácil acceso de este material.

4.4 Definición de los tratamientos: (Acolchados FASE B)

Los acolchados plásticos utilizados en el Centro nacional de referencia de agroplasticultura se seleccionaron tomando en cuenta la alta radiación incidente en Nicaragua, por lo que se rechazó aquellos que llevaban en su composición EVA (co-polímero de etileno y acetato e vinilo), debido a que su comportamiento no es adecuado a altas temperaturas, y optándose por aquellos que reflejaban parte de la radiación. En cuanto a los polietilenos elegidos fueron aquellos que eran de baja densidad lineal y con excelentes cualidades mecánicas además de que su utilidad se remontase a un año. Entro de los seleccionados fueron:

- **T1: Plástico Blanco-Humo.**

- **T2: Plástico Plata.**
- **T3: Plástico Plata-Negro.**

4.5 Metodología:

Se decidió como principales elementos para el monitoreo y darle seguimiento a: Temperatura, pH y Conductividad Eléctrica ya que estos últimos, parámetros químicos están relacionados indirectamente, puesto que CE mide el contenido de sales en el suelo, mientras que pH es el estado alcalino y ácido de los suelos lo cual podría decirse es, que si CE tiene alta concentración el suelo sería salino, pero no lo es ya que podría tener un pH ácido a pesar de las concentraciones de sales. En alguno de los casos las concentraciones de las sales coinciden con un pH salino sin embargo eso estaría en dependencia de los tipos de sales.

4.6 METODOLOGÍA:

4.6.1 Diseño experimental (FASE A)

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente aleatorio. El área total de estudio fue de una dimensión de 800 m² el cual se subdividió en 3 bloques. Cada tratamiento estuvo conformado por 3 camellones, y 4 repeticiones para un total de 12 camellones por tratamiento, eliminando dos camellones por el efecto de borde.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|------------|------------|------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|
| Plástico | Plástico | Plástico | Cascarilla | Cascarilla | Cascarilla | Roca volcánica | Roca volcánica | Roca volcánica | Cascarilla | Cascarilla | Cascarilla | Roca volcánica | Roca volcánica | Roca volcánica | Plástico | Plástico | Plástico | Cascarilla | Cascarilla | Cascarilla | Plástico | Plástico | Plástico | Roca volcánica | Roca volcánica | Roca volcánica | Cascarilla | Cascarilla | Cascarilla | Roca volcánica | Roca volcánica | Roca volcánica | Plástico | Plástico | Plástico |
| T1 | T1 | T1 | T2 | T2 | T2 | T3 | T3 | T3 | T2 | T2 | T2 | T3 | T3 | T3 | T1 | T1 | T1 | T2 | T2 | T2 | T1 | T1 | T1 | T3 | T3 | T3 | T2 | T2 | T2 | T3 | T3 | T3 | T1 | T1 | T1 |
| BLOQUE 1 | | | | | | | | | BLOQUE 2 | | | | | | | | | BLOQUE 3 | | | | | | | | | BLOQUE 4 | | | | | | | | |

Figura 1: Diseño de la parcela y ubicación de los tratamientos.

Diseño experimental (FASE B)

El diseño implementado en esta fase fue completamente aleatorio de forma diagonal, trazando líneas diagonales en el campo de estudio primeramente de derecha a izquierda y luego de izquierda a derecha, obteniendo así un patrón, el cual se siguió para la recolección de muestras. Para tener una mejor recolección de muestras se decidió recogerlas un surco de por medio contando siempre con el efecto de borde. El área total de estudio en donde se estableció el experimento fue de una dimensión de 1,900m² el cual se subdividió en 6 parcelas de en la cual se ubicaron los tres tratamientos.

La parcela tenía un total de 36 camellones para todos los tratamientos, perteneciéndoles a cada uno de ellos 9, la recolección de de la muestra se realizaba cada un camellón de por medio del cual se tomaban 2 muestras las cuales se mezclaron para u mayor rango de resultado. De cada tratamiento se obtuvo un total de 8 muestra que se redujeron a 4 al ser mezcladas, para un total de 12 muestras en una superficie de 1,900 m².

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| T1 Plástico Blanco-humo | T2 Plástico Plata | T3 Plástico Plata Negro | T4 Sin Plástico | T4 Sin Plástico |
| TRATAMIENTO 1 | | | | | | | | | | TRATAMIENTO 2 | | | | | | | | TRATAMIENTO 3 | | | | | | | | | | | |

Figura 2: Diseño de la parcela y ubicación de los tratamientos.

4.4.2 Establecimiento del área del experimento (Fase A)



Foto 1: Establecimiento de la parcela de experimentación

- Periodo del estudio: Septiembre – Noviembre 2006
- Fecha de Siembra: 3 de Agosto
- Fecha de trasplante: 5 de Septiembre

Manejo de la parcela:

- Primeramente se procedió a la preparación del suelo, mediante un pase de gradas, posteriormente se realizo el levantamiento de los camellones, los cuales tienen 25 m de largo por 0.70 m de ancho (talud) y una distancia de 1.90 m de centro a centro del camellón (Foto 1.1).
- Una vez levantados los camellones se procedió a la incorporación de abonos orgánicos: Estiércol, lombriabono, y bocashi. La dosis de aplicación fue de 100 lb por camellón. (Foto 2.2)
- Al finalizar esta fase se procedió a la colocación de los diferentes tipos de acolchados. Estos fueron: Piedra pómez, Cascarilla de arroz y Plástico gris-humo (foto 2.4). Para evitar el efecto quemante del estiércol fresco se espero una semana, para garantizar la descomposición del mismo y poder realizar el trasplante del tomate.
- Luego se procedió al trasplante de las plántulas de tomates (foto 2.6).
- Aplicación de abonos sintéticos en cada una de las etapas.



4.4.3 Foto 2: Establecimiento de la parcela de experimentación.

4.4.4 Establecimiento del área del experimento (Fase B)

- Periodo del estudios: Febrero-Abril 2007
- Fecha de Siembra: 2 de Febrero.
- Fecha de trasplante: 24 de Febrero.
- Primeramente se procedió a la preparación del suelo, mediante un pase de gradas, posteriormente se realizo el levantamiento de los camellones, los cuales tienen 50 m de largo por 0.70 m de ancho (talud) y una distancia de 1.90 m de centro a centro del camellón.
- Al finalizar esta fase se procedió a la colocación de los diferentes tipos de acolchados. Estos fueron: Plástico Blanco-humo, Plástico Plata y Plástico Plata Negro.
- Luego se procedió al trasplante de las plántulas de tomates.
- Aplicación de abonos sintéticos en cada una de las etapas.

4.4.4. Manejo de la parcela

Al igual que la fertilización este se dividió por etapas en las cuales se realizaron las mismas actividades de aplicación en base al crecimiento del cultivo, algunas con el propósito de mantener la salud del cultivo y otras con el objetivo de ayudar al crecimiento del mismo entro de los cuales se incluyen: tutores, aplicación de; fungicidas, bactericidas, insecticidas, así como también la limpieza de la calle y de la ronda.

- **Manejo de la fertilización:**

La fertilización se realizo mediante fertirriego, la cual se dividió en cuatro momentos durante todo el ciclo del cultivo, es común que en cada una de las etapas las cantidades de los elementos tiendan a aumentar o a disminuir considerablemente, lo cual se debe a que cada etapa es distinta ya que en cada una de ellas se desarrollan distintas partes de la planta que requieren de mas elementos que otros, esto con el fin de obtener un excelente desarrollo para la producción.



Foto 2: Sistema de aplicación de los fertilizantes solubles (Fertirriego)

Primer momento: Se realizó a los 12 DDT (Días Después de la Siembra), Suministrándole diariamente al cultivo; 4.79lbs de Nitrato de amonio, 4lbs de Nitrato de potasio, 5lbs de MAP, estos nutrientes se mezclaron y diluyeron en 1 galón de agua y se suministraron al sistema de riego mediante el inyector, luego se aplicó un fertilizante foliar Boramide (Magnesio, Zinc y Calcio aplicado de forma líquida 120CC) en todo el ciclo del cultivo, mientras que este se aplicó por separado para proporcionar micro elementos realizándose a los 31 DDT.

Segundo momento: Se realizó a partir de los 36 DDT, de igual forma suministrando los mismos nutrientes esta vez en mayor cantidad: 4.79lbs de Nitrato de amonio, 12.9lbs de Nitrato de potasio, 5lbs de MAP cada día.

Tercer momento: Se realizó a los 56 DDT, los mismos nutrientes en proporciones distintas: 4.79lbs de Nitrato de amonio, 14.85lbs de Nitrato de potasio y 5lbs de MAP y un fertilizante foliar Boramide (Magnesio, Zinc y Calcio aplicado de forma líquida 40CC), aplicado por separado a los 58 DDT y luego otra aplicación esta vez de 120CC a los 72 DDT.

Cuarto momento: Se realizó a los 77 DDT, 7.15 lbs. de Nitrato de amonio, 26.08 de Nitrato de potasio y 5lbs de MAP, a excepción de esta etapa no se utilizó fertilizante foliar.

- **Manejo de Riego:**

La aplicación de riego se realizó en dos fases cada fase era de 30 minutos cada una por la mañana y por la tarde durante los primeros 20 DDT. A partir de los 20 DDT se cambiaría a aplicar ½ hora por la mañana y 1 hora por la tarde. La hora recomendada para cada aplicación era a las 9 de la mañana debido a que el agua acumulada por las plantas con el efecto de rocío mantenía a las plantas húmedas hasta esa hora del día y a las 3 de la tarde puesto que el efecto de la ½ hora de riego por la mañana y se procuraba que la planta se mantuviese húmeda todo el día.

- **Manejo de plagas y enfermedades:**

Las aplicaciones se realizaban únicamente cuando los recuentos demostraban alta población de insectos plagas, iniciando de acuerdo a la primera etapa del cultivo a los 19 DDT aplicando un Insecticida (Cypermethrina), y luego continuando en base a los recuentos y necesidades aplicándose un Fungicida (Phyton) a los 22 DDT; en la segunda etapa igualmente se aplicó otro Fungicida (Cupravid) este a los 33 DDT, luego se aplicó Insecticida (Rescate) a los 40 DDT; en la tercera etapa se aplicó un fungicida (Manzate) a los 46 DDT y otro llamado (Curzate) a los 56 DDT, y en la etapa final se aplicó Fungicida (Phyton) a los 72 DDT y se finalizó aplicando Insecticida (Monarca) a los 76 DDT.

4.4.5 Variables a medir:

Temperatura:

Se tomó diariamente desde el 26 hasta el 20 de Septiembre de 2006, de ahí se prosiguió a tomarla día de por medio, iniciándolas el día 22 de Septiembre de 2006 hasta el día 30 de octubre de 2006.

La toma de muestra se realizaba a las 2 de la tarde, hora en que hay mayor irradiación solar, la medida utilizada para la recolección de datos es en °C y se tomo una por cada camellón, esta se tomaba en el inicio de todos los camellones, con el fin de observar las variaciones de la misma en todos los camellones. El instrumento que se utilizo para medir temperatura fue el termómetro de punta el cual se incrustaba al suelo y se dejaba por 1 minuto hasta que daba la lectura.

pH:

De las 12 muestras recolectadas, las cuales se depositaban en bolsas plásticas para ser trasladadas al laboratorio en donde se pesaron una cantidad de 5 gr de suelo para ser diluidos en 50 ml de agua destilada (Para evitar alteraciones en el pH con el uso de agua normal).

Una vez teniendo la muestra ya lista procedemos a introducir el medidor de pH, el cual expresa los resultados en una escala de 1 a 14 siendo 1 el nivel mas acido, 6 y 7 se consideran óptimos para el desarrollo y 9 el nivel mas alcalino de los rangos, este se deja durante 5 minutos o hasta que este se estabilizará en un digito exacto y se pueda tomar la lectura. La toma de este dato se hizo con el fin de ver como el pH variaba a medida que se fertilizaba, y ver si esta influyo en su cambio.

Conductividad eléctrica:

De la misma muestra que se recolectaba para el pH se pesaban esta vez 10 gr y se diluían en 200 ml de agua destilada y se procedía a colocar el medidor de conductividad para determinar la capacidad del suelo para transferir corriente eléctrica y ver el grado de cambio que se producía en cuanto se daba la fertilización, puesto que la CE se aumenta con al contenido de sales presentes en el suelo, además que la CE de las soluciones acuosas salinas aumenta a medida que aumenta la temperatura (Aproximadamente 2% por cada °C). La conductividad se mide decisiemens por metro (dS/m) y este es un indicador importante de salinidad de suelo.

El contenido en sales (ST) y la conductividad eléctrica (CE) están relacionados mediante la siguiente igualdad: $ST \text{ (expresa en g/L)} = 0.64 * CE \text{ (expresa en dS/m)}$.
(ROJAS L. A. ET. ALL (1989))

Determinación de DA (Fase B)

La densidad aparente del suelo es la relación de la masa al volumen macroscópico ocupado por la partícula del suelo más el espacio poroso (LÓPEZ R. Y LÓPEZ M., 1990). Para determinar la densidad aparente se calcula primero el volumen (cm^3) de suelo en cada cilindro multiplicando π , por el radio al cuadrado, por la altura (cm) ($V = \pi r^2 h$). El cálculo de la densidad aparente se obtiene al dividir el peso seco del suelo de las muestras entre el volumen de suelo.

$$D_a (\text{g/cm}^3) = \text{pss} / v \quad (1)$$

- pss = peso seco del suelo (g)
- v = volumen del cilindro (cm^3)

Densidad Real (Dr)

La densidad real del suelo se refiere a la densidad de las partículas sólidas estimadas colectivamente. Se expresa como la masa total de las partículas sólidas a su volumen total; excluyendo el volumen ocupados por los poros entre las partículas (LÓPEZ R. Y LÓPEZ M., 1990).

La determinación de la densidad real se realizo de la siguiente manera:

Se pesaron unos balones vacíos de 50 ml, y 20g de suelo de cada muestra se depositaron dentro de cada balón. Pesando luego el suelo más el balón. Se agrego agua desgasificada hasta la mitad del balón (25ml) y se agito por 5 minutos, luego se introdujo al baño de maría a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 1 hora.

Posteriormente se enfriaron los balones a temperatura ambiente durante 5 minutos y nuevamente se agrego agua desgasificada hasta aforar cada balón. Se peso nuevamente el balón aforado. Posteriormente se extrajo el suelo del balón y se enjuago hasta quedar limpio. Se lleno nuevamente el balón con agua desgasificada hasta el menisco del balón y se pesó, ya obtenido el peso se introdujo un termómetro para obtener la temperatura del agua.

Para encontrar la densidad del agua a la temperatura observada se hace uso de una tabla de densidad del agua a diferentes temperaturas luego de obtenido los datos utilizar la formula.

$$D_r \text{ (g/cm}^3\text{)} = [d_a \text{ (ps- p'a) }] / [(ps - p'a) - (psa - pa)] \quad (2)$$

d_a = Densidad del agua (de la temperatura observada)

ps = Peso del balón más muestra del suelo (20g)

$p'a$ = Peso del balón lleno de aire

psa = Peso del balón lleno de suelo más agua

pa = Peso del balón lleno de agua a la temperatura observada

Porosidad (n)

Es el porcentaje de volumen real del suelo que esta ocupado por el espacio de aire. Los suelos de estructura granular migajosa y de textura franca presenta porosidad más equilibrada en cuanto a microsporo (< 0.2 μm). Al compactarse un suelo disminuye principalmente los macroporos y en menor proporción los microporos llegando hasta a un 55 % de porosidad (CARLOS B., 1999)

El porcentaje de espacio poroso (n) se obtiene de relacionar, los resultados obtenidos de ambas densidades (aparente y real). El valor “n” permite interpretar la porosidad del suelo y su grado de compactación.

$$n \text{ (\%)} = (1 - D_a / D_r) 100 \quad (3)$$

- n = Espacio poroso

4.6 Muestreo de suelo:

El primer muestreo de suelo se realizó antes de la siembra, los cuales se tomaron de la parcela del Centro nacional de referencia de agroplasticultura, las muestras se obtuvieron de manera aleatoria, se tomaron muestras a cada uno de los tratamientos en cada una de las repeticiones, obteniendo un total de 24 muestras. Fueron 24 muestras, porque se decidió tomar dos muestras por cada repetición muestreada;

- Una se tomo a los primeros 5 centímetros de suelo, para determinar si el contacto próximo al acolchado influía en alterar parte de sus propiedades.
- La segunda se tomó a los 10 centímetros de profundidad, pero esta se tomo debajo de la primera muestra para que los resultados fuesen mas detallados, así sabremos hasta que nivel el acolchado tuvo incidencia sobre el suelo.

Dentro del monitoreo se hicieron tres tomas de datos, los cuales se realizaron una vez a la semana durante tres semanas consecutivas, estas se hacían los días miércoles. Las muestras se tomaban en la mañana y luego las procesábamos de inmediato obteniendo las variaciones de pH y CE (ver anexos Tablas 5,6,7 y 8).

4.7 Realización del monitoreo:

FASE A:

La forma del muestreo se realizó en dos puntos en cada camellón con una diferencia de 15 plantas de distancia por punto de muestreo, se realizaron una vez a la semana, cada miércoles. Cada toma de muestra esta respaldada en la bitácora en la cual se llevó los registros de cada una de las muestras desde la toma de temperatura, pH y CE, en total se visitaba la parcela 3 veces por semana y 2 veces al día el miércoles de cada semana.

Para los análisis de laboratorio se comenzó por tomar las muestras de suelo que se extraerán de cada uno de los tratamientos en campo, tomando dos muestras por surco de cada tratamiento; la primera muestra se tomará a la profundidad de 15 cm. y la segunda se tomara a 15 cm. Por debajo de la segunda primer muestra lo que quiere decir que la segunda se tomara a una distancia de 30 cm de la superficie del surco, estas muestras se tomaran por cada repetición de los tratamientos. Una vez recolectadas estas muestras se procedió a llevar a laboratorio para comenzar con los estudios.

FASE B:

Al igual que en la fase A, las muestras se recolectaron de la misma forma, realizaron tres veces a la semana (lunes, miércoles y viernes). Cada toma de muestra esta respaldada en la bitácora en la cual se llevo los registros de cada una, desde la toma de temperatura, pH y CE, en total se visitaba la parcela 3 veces por semana en la cual por la mañana se realizaba la recolección de las muestras a trabajar en laboratorio después de haberlas tomado, y por la tarde se tomaba la toma de la lectura de temperatura.

Para los análisis de laboratorio se comenzó por tomar las muestras de suelo que se extraerán de cada uno de los tratamientos en campo, tomando dos muestras por surco de cada tratamiento; la primera muestra se tomará a la profundidad de 15 cm. y la segunda se tomara a 15 cm. Por debajo de la segunda primer muestra lo que quiere decir que la segunda se tomara a una distancia de 30 cm. de la superficie del surco, para los análisis de laboratorio se comenzó por tomar las muestras de suelo que se extraían de cada uno de los tratamientos, tomando dos muestras por los cuatro surco de cada tratamiento seleccionado; las muestras se tomaban a la profundidad de 10cm de la superficie del surco. Estas muestras se tomaran por cada repetición de los tratamientos seleccionados. Una vez recolectadas estas muestras se procederán a llevar a laboratorio para comenzar con los estudios.

4.7. Análisis de resultados:

Para el análisis de los resultados se hizo mediante Microsoft Excel, en los cuales sacamos medias de cada uno de las muestras evaluadas para sacar una media confiable de cómo se podrían comportar en el tiempo; en ambas variables se tomo siempre el cambio que se puede presentar en las propiedades de cada indicador, así como determinar el grado de deterioro.

El monitoreo es el seguimiento que se le da a una parcela o cultivo para ver como este cambia en base a tipo de manejo que se le de al cultivo es por eso que a través de los indicadores podremos demostrar el estado en que se puede encontrar los suelos.

V. RESULTADOS Y DISCUCIONES

5.1 ESTADO INICIAL DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y AGUA ANTES DEL ESTABLECIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

5.1.1 CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y FÍSICA DE LOS SUELOS DEL CNRA

La importancia de conocer las características químicas de los suelos es que estos parámetros dan un indicio de la calidad de los suelos y su probable uso, es decir la concentración de iones en los suelos. En general el pH es uno de las principales características, suelos con valores de pH entre 5.8 a 7.5 o "neutros" tienen probabilidades de ser más favorables para la mayoría de los cultivos, suelos con pH menor a 5 pueden tener carencia de elementos importantes (Ca, Mg, P, etc). Los pH altos indican presencia de carbonatos, principalmente aquellos compuestos que contienen carbón. (R. GUERRERO1993).

El nivel de pH del suelo de estudio es de 6.9, considerados según la tabla de interpretación del laboratorio de la UNAN-León como suelos neutros. Entre el pH del suelo y la disponibilidad de nutrientes en él, existe una relación estrecha. El rango o nivel óptimo de pH para encontrar una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo es de 6.0 a 7.0. Es decir de ligeramente ácido a ligeramente alcalino. Dentro de este rango predominan la disponibilidad de N, P, K Ca y Mg. Tanto más alcalino o más ácido sea el nivel de pH del suelo, menor o mayor será la disponibilidad de nutrientes en él.

Tabla 1. Estado nutricional de los suelos del CNRA (Laboratorio de suelo UNAN-León)

| PARÁMETRO QUÍMICOS* | UNIDAD DE MEDIDAS | ESTADO INICIAL DEL SUELO |
|--|-------------------|--------------------------|
| PH | | 6.9 |
| Materia orgánica (M.O) | (%) | 2.3 |
| Nitrógeno (N) | (%) | 0.11 |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | (ppm) | 11.5 |
| Potasio (KO ₂) | (meq/100g) | 1.15 |
| Calcio (CaO) | (meq/100g) | 5.22 |
| Magnesio (MgO) | (meq/100g) | 1.5 |
| Hierro (Fe) | (ppm) | 195.35 |
| Cobre (Cu) | (ppm) | 22.4 |
| Zinc (Zn) | (ppm) | 2.5 |
| Manganeso (MnO) | (ppm) | 2.5 |

*) n = 6

La materia orgánica es residuo de plantas y animales descompuestos y los resultados en laboratorios se expresa en porcentaje, es uno de los factores químicos más importante como 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 a través de procesos microbiales y posteriormente utilizados (absorbidos) por las plantas (A. BENZING, 2001). El contenido de materia orgánica en el centro nacional de referencia de agroplasticultura es de 2.3%, encontrándose dentro de los rangos de los suelos tropicales con 1.75 % para Vertisoles y 3.06 % para Andosoles (FASSBENDER H. 1985). En la agricultura orgánica la corrección del contenido de materia orgánica en el suelo es una de las formas más sencillas y económicas, que hay en comparación a las enmiendas que se tienen que realizar para los otros nutrientes. Con la aplicación e incorporación de material vegetal (abono verde) y abonos orgánicos al suelo se aumenta considerablemente el contenido de materia orgánica en el suelo (J. RESTREPO, 2002)

El elemento nitrógeno es uno de los principales para el desarrollo de los cultivos, y a la vez el único que no se deriva de los yacimientos minerales (H. PAGEL, 1982). Su reserva dentro del suelo es la materia orgánica, restos de plantas y animales. El contenido de nitrógeno en los suelos del CNRA es del 0.11 %, lo que nos indica un nivel bajo. Estudios realizados por DÍAZ-ROMEY ET. AL. 1985 en muestras de suelo de Centro América se determinaron rangos de concentración de nitrógeno según el tipo de suelo predominante, donde los Andosoles presentan de 0.39 - 0.037 % y los Vertisoles presentan 0.18 - 0.08 % de nitrógeno.

En general, suelos con un porcentaje de Nitrógeno inferiores a 0.10%, presentan problemas carenciales claros. Desde el punto de vista agronómico se puede conducir el contenido de Nitrógeno del suelo, pues todas aquellas medidas que impliquen la pérdida de materia orgánica y/o la degradación del suelo implican siempre en la pérdida del nitrógeno (F. SALMERÓN, 1994).

El fósforo determinado por el método de Olsen modificados expresan aquel fósforo que se encuentra disponible y soluble en el medio de suelo y que es realmente aprovechable para las plantas (R. GUERRERO, 1993). La concentración de fósforo en las muestras de estudio es de tan solo 11.5 ppm (equivalente a 1.15 mg/100gr de suelo), mientras que las concentraciones óptimas reportadas en la tabla de interpretación es de 20-30 mg / 100 g de suelo. (Ver anexo Tabla 1).

El potasio cumple un rol importante en la activación de un número de enzimas

(conociéndose más de 60 activadas por este catión), que actúan en diversos procesos metabólicos tales como fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos; también tiene incidencia en el balance de agua y en el crecimiento meristemático (MENGEL & KIRBY, 1987). El contenido de potasio en los suelos del Centro nacional de referencia de agroplasticultura es de 1.15 (meq/100g), lo que indica que posee un nivel bajo en comparación al rango óptimo establecido por el laboratorio de la UNAN-león, donde la concentración de potasio oscila entre 20-35 mg / 100 g de suelo.

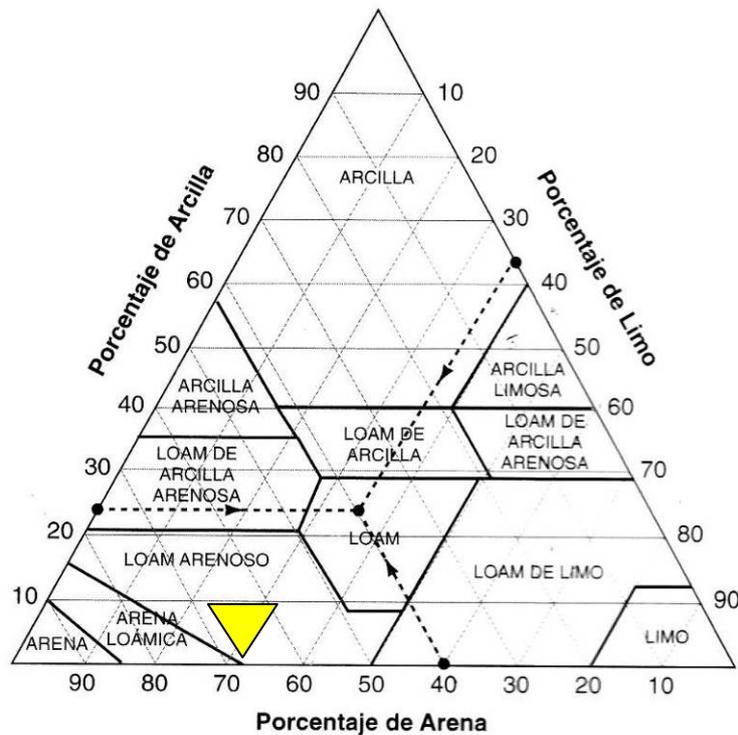
Tabla 2: Caracterización física del suelo del CNRA

| PARÁMETRO FÍSICOS | UNIDAD DE MEDIDAS | ESTADO INICIAL DEL SUELO |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Densidad aparente (DA) | (gr/cm ³) | 1.27 |
| Densidad real (DR) | | 2.62 |
| Porosidad | (vol %) | 55.47 |
| Sólidos totales | | 44.53 |
| Arcilla | (%) | 10.51 |
| Limo | | 21.47 |
| Arena | | 68.02 |
| Pendiente | | 1.5 |

n = 6

La DA es un parámetro útil en la génesis y clasificación de los suelos; así por ejemplo, para los suelos Andeosoles, se estiman valores entre 0,4 - 0,8 gr/cm³ (SÁNCHEZ 1981). Mientras que otros autores estiman la DA para estos suelos entre 1.3 - 1.8 gr/cm³ (MILLAR, ET. AL 1980).

Los resultados de densidad aparente son de 1.27 gr./cm^3 , mientras que la densidad real resultado de 2.65 gr./cm^3 y porosidad con un 55.47% nos indica que no hay compactación a los 50 cm de profundidad, en la cual se realizo el muestreo. Según estudios realizados por PACHECO M. (1980), en donde se analizaron varios suelos y su efecto hacia la



Grafica 1: Diagrama de textura del suelo en áreas del CNRA - 2007

compactación, muestra que los subsuelos con profundidad entre 15-60 cm que tienen densidad aparente mayor de 1.8 g/cm^3 indican efectos de compactación. La compactación se define como un incremento de la densidad aparente, empaquetamiento de las partículas más densas y disminución de la porosidad especialmente en macroporos del suelo (GLINSKI Y LIPIEC 1990). El alto contenido de poros por efecto de la textura y la baja densidad aparente de las muestras de estudios son los principales indicadores de que no hay presencia de compactación, en estos suelos. Además de la textura existen otros factores que influyen sobre los valores de D_a , como por ejemplo el contenido de MO en estos suelos.

Según el estudio de CARLOS CARBO (1999) cuando los suelos presentan menos del 55% de porosidad existe problema de compactación, en comparación a nuestros resultados en donde la porosidad es $55.47 \text{ vol } \%$, se reafirma que no hay efectos de compactación en los mismo. Los valores obtenidos en la densidad real se acercan a los señalados por

SUÁREZ A. (1984) que son de $2,65 \text{ gr/cm}^3$ en dependencia de los minerales predominantes del suelo, dado el caso que la partícula predominante en el suelo de estudio es la arena, es comprensible obtener estos valor (2.62 g/cm^3) de densidad real. La arena esta compuesta en su mayor parte de cuarzo, el cual tiene un peso de partículas de 2.65 g/cm^3 (EDWARDS J. PLASTER, 2000)

La textura o composición granulométrica expresa las proporciones relativas de las partículas de la tierra (arena, arcilla y Limo). De la textura dependen una serie de propiedades físicas y químicas del suelo como son: Facilidad de preparación o labranza del terreno, susceptibilidad a la erosión, facilidad de penetración de raíces (porosidad), contenido y retención de nutrientes y el movimiento de aire y agua en los suelos (M. LOZANO J., 1978). En base a los resultados del análisis de textura, estos suelos son considerados como FRANCO ARENOSOS (Tabla 2), donde predomina más el contenido de arena con un valor del 68.02 %, la partícula de limo con un valor de 21.47 % y la arcilla de 10.5%. En la grafica (1) se aprecia la ubicación de los resultados de textura sobre el triangulo de interpretación, el cual indica que categoría de textura se encuentra los suelos del CNRA. El terreno posee una pendiente de 1,5% de inclinación, presentando algunas irregularidades, sin embargo es considerado apto para sistemas de riego por goteo. En base a su alto contenido de arena (68.02 %), alta porosidad, es necesario considerar estos datos al momento de utilizar sistemas el riego, para evitar perdidas de nutriente por exceso de aplicación de agua, que ocasionan lixiviación de los mismos.

5.1.2 Caracterización química del agua de riego del CNRA.

La calidad del agua esta en dependencia del uso o finalidad de empleo de la misma. El agua que es utilizada en los sistemas de riego corresponde a otros criterios de evaluación para su calidad, en relación al agua de consumo humano. El análisis de agua para riego se basa en el contenido de sales disueltas en la misma. Los resultados del análisis de calidad del agua procedente del pozo ubicado en el CNRA, se presentan en la tabla 3.

Tabla: 3 Calidad de agua del CNRA (2006)

| Parámetro químicos | Unidad de medidas | Calidad del agua |
|--------------------|-------------------------|------------------|
| pH | (H ₂ O) | 7.05 |
| CE | μS/cm. | 253.3 |
| Salinidad | g/L | 0.002 |
| Dureza total | mg CaCO ₃ /L | 86.42 |
| Dureza cálcica | | 48.61 |
| Dureza magnésica | | 37.81 |
| Alcalinidad total | | 84.94 |
| Bicarbonatos | | 103.63 |
| Ca | mg/L | 19.44 |
| Mg | | 9.18 |
| Cl | | 9.9 |
| SO ₄ | | 9.61 |
| NO ₂ | | <0.01 |
| NO ₃ | | 32.96 |

El principal criterio de evaluación es el nivel de pH o concentración de hidrogeno, ya que valores altos del mismo pueden acusar obstrucción en los sistema de ferti-riego por la formación de precipitados a los interno de las tuberías (RODRÍGUEZ E. D., 2004). Además indica que aguas con valores pH de 8 o mayores son aguas consideradas peligrosas, por las distintas sales de sodio que se presenten (CASTAÑÓN. G, 2000). El valor de pH determinado en el agua del CNRA es de 7.05, lo que significa condiciones neutrales. Este resultado coincide con lo determinado por la empresa ENACAL - LEON en un estudio realizado en diferentes parte del departamento de León (Tabla 5). El agua de riego contiene determinadas sales que se añaden a las ya existentes en el suelo. Las sales que nos interesan son aquellas que, además de ser solubles, se descomponen en iones: Cationes (Calcio (Ca²⁺), Sodio (Na⁺), Magnesio (Mg²⁺) y Potasio (K⁺) y Aniones (Cloruro (Cl⁻), Sulfato (SO₄²⁻), Biocarbonato (CO₃H⁻), Carbonato (CO₃²⁻) (LÓPEZ J. R. ET AL. 1990). Existen varios criterios que establecen si el agua puede usarse para el riego según la cantidad de sale disueltas en ella. La FAO (Organización para la Agricultura y Alimentación) indica el riesgo de producirse problemas de salinidad según los siguientes límites en contenido de sales:

Tabla 4: Clasificación de la concentración de sales en las aguas. (FAO-UNESCO, 1976)

| C(g/litro) | CE (dS/m) | Riesgo |
|-------------------|------------------|-------------------|
| < 0.45 | < 0,7 | Ninguno |
| 0.45 < C < 2 | 0.7 < CE < 3 | Ligero a moderado |
| > 2 | > 3 | Alto, severo |

Como puede observarse en la tabla 4, si el contenido de sales es mayor de 2 g/L o la conductividad eléctrica mayor de 3 (dS/m) en las aguas, estas pueden representar una fuente de salinización de los suelos y efectos negativos sobre los cultivos. El contenido de sales en las aguas del CNRA es de tan solo 0.002 g/L, los que podemos considerar de cero riesgos para la salinización de los suelos. La conductividad eléctricas (253.3 μ S/cm), los cationes alcalinos que determinan la dureza del agua y los aniones de cloro (9.9 mg/l) y sulfatos (9.61 mg/l) según los resultados se encuentran por debajo de los valores promedios determinados por ENACAL en pozos de occidente. (Tabla 5).

El único parámetro que se encuentra elevado es el contenido de nitratos, con valores de 32.96 (mg/l), lo que significa una diferencia de 21.34 mg de nitrato por litro de agua al compararlo con los valores obtenidos por ENACAL en el 2002. Desde el punto de la fertirrigación indica que por cada litro de agua que se aplica a las parcelas se agregan 21.34 mg/l de nitrato mas, en comparación al promedio de las aguas de riego utilizadas en el departamento. Este empleo de agua con el alto contenido de nitrato significa, que durante un periodo de siembra de tomate realizado en el CNRA en 2007, donde se aplican 4,049.70 metros cúbicos de agua a través del sistema de fertiriego, se introduce aproximadamente 133.48 kg de nitratos al suelo.

Tabla 5: Resultados del análisis de agua del departamento de León / ENACAL (2007)

| Parámetro químicos | Unidad de medidas | Calidad del agua |
|------------------------------|-----------------------------|------------------|
| Concentración de H | pH | 7 |
| Conductividad eléctrica (CE) | $\mu\text{S/cm}$ | 329 |
| Dureza total | mg CaCO_3/L | 104.44 |
| Dureza cálcica | | |
| Dureza magnésica | | |
| Alcalinidad total | | |
| Bicarbonatos | | 181 |
| Ca | mg/L | 33 |
| Mg | | 8.69 |
| Cl | | 25 |
| SO_4 | | 12.38 |
| NO_2 | | 0 |
| NO_3 | | 11.62 |

En caso de que el agua del CNRA se a utilizadó para el consumo humano, deberá ser tratada para la eliminación del nitrato y las sales disueltas que induce a que su conductividad sea mayor que los resultados obtenidos por CALDERÓN, F. (2002). En la tabla 6 se muestran los valores óptimos de conductividad eléctrica para diferentes formas de usos del agua. El contenido de sales para el agua potable es de 50 - 100 $\mu\text{S/cm}$, el agua del CNRA contiene 153.3 $\mu\text{S/cm}$ mas, que el agua potable establecida por CALDERÓN, F. (2002).

Tabla 6: Valores de conductividad de algunas muestras típicas (F. CALDERÓN, 2002)

| Tipo de agua | Conductividad a 25°C |
|---------------------------------|---------------------------|
| Agua Ultra-pura | 0.05 $\mu\text{S/cm}$ |
| Agua de alimentación a calderas | 1 a 5 $\mu\text{S/cm}$ |
| Agua potable | 50 a 100 $\mu\text{S/cm}$ |
| Solución de Suelo | 0.5 - 2.5 mS/cm |
| Agua de mar | 53.0 mS/cm |
| 5 % NaOH | 223.0 mS/cm |

5.2 INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE ACOLCHADOS SOBRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO

5.2.1 EFECTOS DE LOS TIPOS DE ACOLCHADOS SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Los análisis de solución del suelo nos ayudan a conocer la interacción entre la disolución de nutrimentos aplicados y el suelo o sustrato, verificando pH, C.E. y

elementos minerales de interés en general. La proporción o equilibrio químico adecuado en la solución del suelo puede influir en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. (Navarro M. 2002). El pH es un buen indicador de la disponibilidad de nutrientes en el suelo ya que este determina el grado de Alcalinidad o Acidez del suelo, su medición se basa en la cantidad de cationes de hidrogeno presente en las soluciones. En dependencia de los niveles de pH del suelo algunos de los elementos presentes se vuelven compuestos imposibles de asimilar por las plantas.

Los resultados del monitoreo del pH se plasma en la tabla 7. Durante las primeras fases del cultivo en la época de invierno (Fase A) el pH no mostró variaciones marcadas, oscilando entre niveles superiores que 6 e inferiores que 5. En el único momento en que se generó un aumento, fue durante la etapa de fructificación para el tratamiento de Plástico Blanco-Humo, el cual aumento a 6.16 siendo el nivel más alto entre las etapas fenológicas del cultivo, y el nivel más alto entre los tratamientos. En la etapa de cosecha se produjo un descenso del pH en el tratamiento de cascarilla de arroz. Con el análisis comparativo de las medias, se confirma que no existe una diferencia significativa entre los valores de pH de los tratamientos. Es decir que esta característica del suelo no esta siendo influenciad por el tipo de acolchado, plásticos agrícolas, rocas volcánicas ó cascarilla de arroz, que se pueda emplear en los sistemas de producción agrícola.

Tabla 7: Comportamiento del nivel de pH en la FASE A.

| Tratamiento | Vegetativa | Floración | Fructificación | Cosecha | pH-Total |
|---------------------|-----------------------------|-----------|----------------|------------|---------------|
| | 5-23 | 30-44 | 47-65 | 68-79 | |
| | Días después del trasplante | | | | |
| Plástico | 5.65 | 5.62 | 6.16 | 5.69 | 5.74 a |
| Roca volcánica | 5.83 | 5.58 | 5.90 | 5.69 | 5.74 a |
| Cascarilla de arroz | 5.91 | 5.67 | 6.27 | 5.5 | 5.84 a |

N = 4 (Rept. = 4), Sig. 0.05, GL = 11

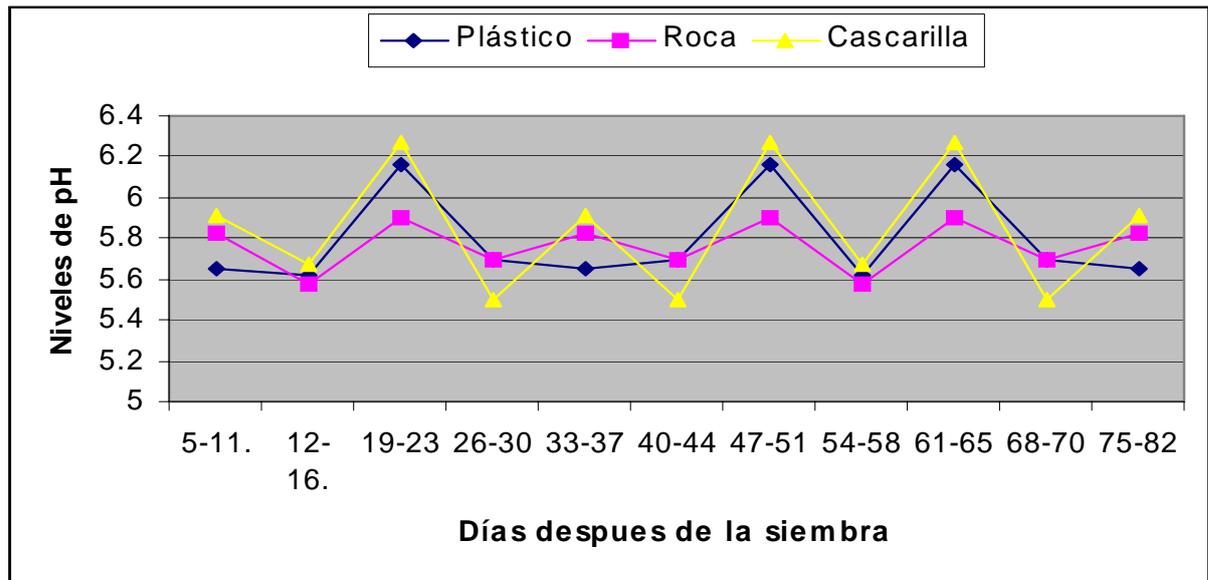


Grafico 2: Comportamiento del nivel de acides (pH) en la fase A (época invierno).

El comportamiento de los niveles de pH en función del tiempo se observan en la grafica 2. Las mayores oscilaciones se presentan el tratamiento de cascarilla de arroz, donde los cambios van de 1 a 0.4 escalas del nivel de pH. El acolchado de roca volcánica es el que menos fluctuaciones presentó, logrando así mantener un casi constante nivel de pH.

Las variaciones de pH en el suelo puede deberse a que durante el proceso de desarrollo del cultivo, por las exigencias de nutrientes se presente un cambio en la concentración de cationes y aniones en la solución del suelo, lo que inducen que los cationes de H estén en mayor concentración y sean adsorbidos por los cuerpos de intercambios (M.O y arcilla) (PLASTER E. J., 2000).

Otros de los posibles factores que influyeron sobre las fluctuaciones del pH es la presencia de agua proveniente del sistema de riego, más aun por las precipitaciones recibidas durante el periodo de desarrollo (Agosto-Noviembre 2006), donde se marcaron precipitaciones de 101 hasta 1500 mm (Estación meteorológica UNAN-León). La presencia de exceso de agua en la matriz del suelo, ocasiona la pérdida de nutrientes (cationes y aniones) por medio del proceso de lixiviación, no es más que el lavado de los nutrientes por medio del descenso del agua en el perfil del suelo (FASSBENDER, H. ET AL 1985).

Tabla 8: Variaciones del pH del suelo por etapa fenológica en la FASE B.

| Tratamiento | Vegetación | Floración | Fructificación | Cosecha | pH Total |
|-------------|------------|-----------|----------------|---------|----------|
|-------------|------------|-----------|----------------|---------|----------|

| | 5-23 | 30-44 | 47-65 | 68-79 | |
|--------------|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | Días después del trasplante | | | | |
| Blanco-humo | 7.03 | 7.21 | 7.09 | 7.20 | 7.13 a |
| Plata-plata | 6.95 | 6.96 | 7.01 | 7.13 | 7.01a |
| Plata-negro | 6.80 | 6.73 | 6.91 | 6.97 | 6.86 b |
| Sin plástico | 6.67 | 6.77 | 6.93 | 7.05 | 6.85 b |

N = 4, Sig. 0.05, GL = 11

En la tabla 8 podemos observar los niveles de pH alcanzados en cada uno de los tratamientos en la segunda etapa de investigación (Fase B), en esta fase se presentan un leve aumento en cuanto al pH, presentándose entre los niveles de 6.67 y 7.21 El tratamiento de Plástico Blanco-Humo es el que presento los valores mas altos entre 7.03 - 7.21, mientras que los otros se mantenían oscilando de entre 6.7 y 7. Los promedios del pH durante todo el ciclo de producción oscilaron entre 6.85 y 7.13, después de realizar en análisis estadístico de ANOVA con comparación múltiple se identifico diferencias significativas entre los tratamientos Blanco-humo, Plata-plata y Plata-negro, Sin plástico (Tabla 3 Anexo).

Durante esta fase de investigación se logra diferenciar el efecto de los tipos de acolchados sobre esta propiedad química del suelo, dado que para todos los tratamientos las mismas condiciones de riego y fertilización. La aplicación de agua durante todo el periodo de desarrollo fue de 4.049.700,00 litros, y la aplicación de nitrógeno fue de 116 lb.

El comportamiento del pH en relación al tiempo de desarrollo del cultivo se expresa en la grafica 3. Mientras los tratamientos plata-negro y sin plástico inician en los primeros días de desarrollo con valores entre 6.6 - 6.7 de concentraciones de hidrogeno en el suelo, La trayectoria de los niveles de pH en ambos casos los tratamientos Blanco-humo y plata-plata los valores de pH son superiores a 6.9 y se mantienen hasta alcanzar niveles de 7.25.

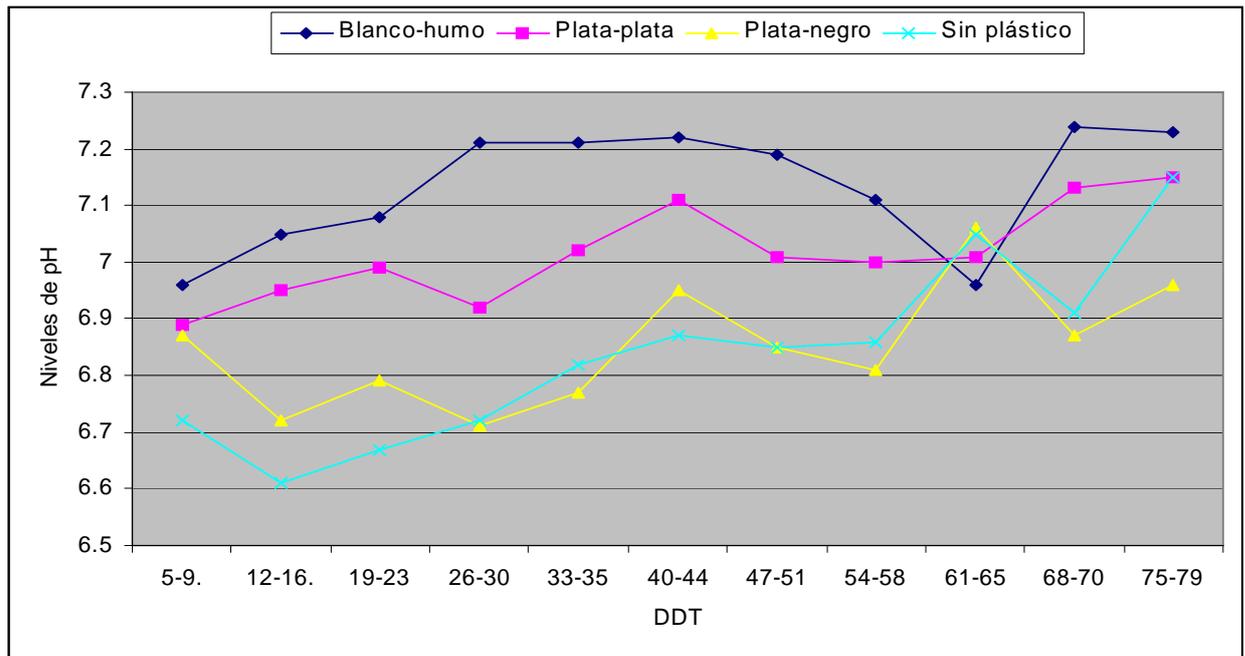


Grafico 3: Comportamiento del nivel de acides (pH) en la Fase B (época verano).

La **Conductividad Eléctrica (CE)** es un indicador muy útil de la salinidad del suelo (ROJAS, ET. AL. 1989), ya en su determinación las sales presentes en el suelo son las que se encarga del paso de la corriente eléctrica en la solución del suelo. Se dice que un suelo es salino cuando contiene un exceso de sales solubles, cuyos iones en la solución del suelo impiden o dificultan el desarrollo normal de los cultivos. Los iones de mayor importancia son: Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , Mg^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} (CHAPMAN H.1973).

Tabla 9: Indicadores de suelo derivados de la conductividad eléctrica (Fase A)

| Tratamientos | Conductividad eléctrica | Suma de cationes u aniones | Concentración de sales |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | ($\mu\text{S}/\text{cm.}$) | (meq/L) | (mg/L) |
| Blanco humo | 21.67 | 0.0022 | 0.138 |
| Roca pómez | 20.94 | 0.0021 | 0.134 |
| Cascarilla de arroz | 18.11 | 0.0018 | 0.116 |

La **Conductividad Eléctrica** del suelo (CE) del CNRA está muy por debajo de las concentraciones óptimas, las cuales oscilan entre 300-800 ($\mu\text{s}/\text{cm}$). Dichos valores han sido interpretados según la tabla de las concentraciones óptimas utilizada por el laboratorio de suelos de la UNAN-LEON (Anexos, tablas 1 y 2), lo cual nos indica que la concentración de sales disueltas en la solución del suelo es baja.

El bajo contenido de sales disueltas en la matriz del suelo se atribuye, similar al caso del pH, por el efecto de lixiviación de la misma, a través de las precipitaciones presentadas

durantes el periodo de estudio. Las pérdidas por lixiviación aumentan, generalmente, con la irrigación, excesiva precipitación y la aplicación de fertilizantes, llegando a alcanzar magnitudes hasta de 80 kg/ha/año en especial de bases y compuestos nitrogenados (ROBERTSON ET. AL. 1982).

Los resultados del monitoreo de conductividad eléctrica en la fase B del experimento se plasman en la tabla 10. Durante el desarrollo del cultivo de tomate en la fase B se presentaron valores de conductividad eléctrica superiores a la primera fase. El tratamiento sin plástico de acolchado es el que obtuvo en promedio los valores más altos, sin embargo se encontraban aún por debajo del valor máximo establecido por el laboratorio de suelo (ver anexo, tabla 1).

Tabla 10: Efectos de diferentes tipos de plástico para acolchados sobre la concentración de sales en el suelo según la etapa del cultivo (FASE B)

| Tratamientos | Etapas fonológicas del cultivo | | | |
|---------------------|---------------------------------|----------------|----------------|---------------|
| | Vegetación | Floración | Fructificación | Cosecha |
| | CE ($\mu\text{S}/\text{cm.}$) | | | |
| Blanco-humo | 120.26 b | 124.6 b | 121.2 b | 114.0 b |
| Plata-negro | 195.88 b | 180.7 b | 148.5 b | 117.4 b |
| Plata -Plata | 136.8 b | 138.7 b | 122.2 b | 114.3 b |
| Sin plástico | 611.0 a | 471.1 a | 348.5 a | 277.3a |

N = 4, Sig. 0.05, GL = 11

El comportamiento de la conductividad eléctrica en el tratamiento sin plástico va disminuyendo durante el desarrollo del cultivo, iniciando en la etapa de vegetación con valores de 611 ($\mu\text{S}/\text{cm.}$) y sufriendo una disminución porcentual entre 79 – 77 % hasta la etapa de cosecha. Al mismo tiempo es en este mismo tratamiento donde se presenta los valores más altos, en comparación con los otros tratamientos. Los valores mas bajos fueron obtenidos en el tratamiento Blanco-Humo con rangos de 120.26 – 124.6 ($\mu\text{S}/\text{cm.}$).

Esta variación de la conductividad eléctrica en el suelo entre los tratamientos es significativa. El efecto del acolchado plástico sobre la conductividad eléctrica del suelo, independientemente del color, es relevante, ya que altos valores de conductividad eléctrica indican salinización de los suelos. Sin embargo al tener un suelo sin protección plástica, este influye significativamente sobre los valores de conductividad eléctrica, presentando así los resultados mas altos.

A pesar que los valores de conductividad eléctrica en la fase B aún se encuentran por

debajo del rango óptimo (300-800 $\mu\text{S}/\text{cm}.$), estos valores son altos en comparación con los obtenidos en la fase A. Esto se debe quizás a las condiciones climáticas diferentes en que ambos experimentos fueron establecidos, donde la fase A estuvo bajo los efectos de las lluvias y la fase B en la época de verano, los que permitió la concentración de los nutrientes (sales minerales) en la superficie del suelo y la poca lixiviación en que fue sometido el suelo mismo. Esto se confirma al observar los resultados de la tabla 11, donde la concentración de sales solubles es mayor en el tratamiento sin plástico.

Tabla 11: Indicadores de suelo derivados de la conductividad eléctrica* (Fase B)

| Tratamientos | Conductividad eléctrica | Suma de cationes u aniones | Concentración de sales |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | ($\mu\text{S}/\text{cm}.$) | (meq/L) | (mg/L) |
| Blanco-humo | 117.1 b | 0.012 | 0.75 |
| Plata-negro | 155.8 b | 0.016 | 1.00 |
| Plata -Plata | 124.6 b | 0.012 | 0.80 |
| Sin plástico | 411.7 a | 0.041 | 2.64 |

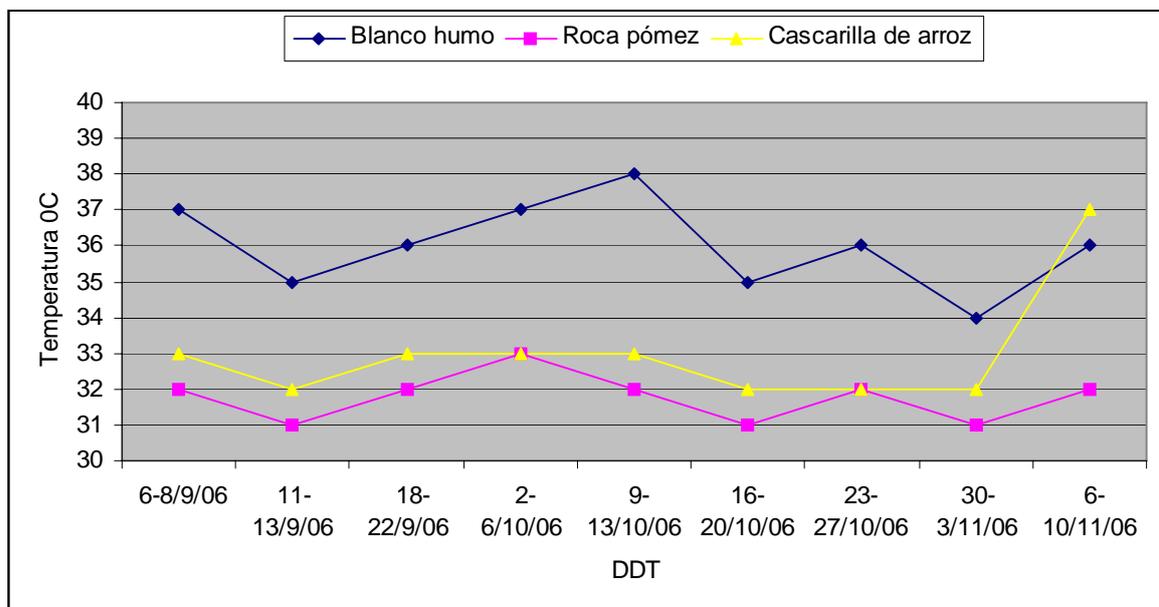
*) Valores promedios

El efecto de los diferentes tipos de acolchados plásticos utilizados en la investigación influyen sobre esta característica del suelo, desde el momento que evitan las excesivas evaporaciones del agua aplicada, así reduciendo la concentración de sales en el suelo mismo.

5.2.2 EFECTOS DE LOS TIPOS DE ACOLCHADOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO.

La energía de la radiación solar es capturada cuando se coloca una lámina de polietileno transparente sobre el suelo, debido a que la energía re-irradiada (mayor longitud de onda) no pasa a través de esa película a la atmósfera exterior, por lo que eleva la temperatura del suelo lo suficiente como para inactivar muchas plagas y enfermedades (WWW.E-CAMPO.COM). La radiación reflejada, absorbida y transmitida por los diferentes acolchados, determina en gran medida las temperaturas que se generen en el suelo y el efecto positivo y negativo de estas temperaturas sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Es conocido el efecto que tiene la temperatura del suelo en los procesos productivos y su incidencia en la implantación de cultivos. Su incremento en zonas de clima frío o templado frío mejora el crecimiento y desarrollo en diversas especies (TRUDEL ET AL. 1982). Es por ello que el monitoreo de la temperatura del suelo bajo sistemas de acolchados en el trópico es de suma relevancia, de esa forma se podrá identificar la influencia de los acolchados sobre esta característica del suelo. El comportamiento de la temperatura del suelo durante la fase A de estudio se muestra en la grafica 4.



Grafica 4: Comportamiento de la temperatura en base a los tratamientos, de la Fase A.

Los tratamientos que presentaron las menores oscilaciones térmicas (31-33 °C) de suelo

fueron rocas pómez y cascarilla de arroz, caso contrario fue el tratamiento de plástico blanco-humo. Aquí las oscilaciones térmicas son más pronunciadas, presentándose rango de 34°C – 38°C. Estudios realizados reportan temperaturas mayores de los acolchados transparentes que los negros y los gradientes de temperatura son mayores a menor profundidad del suelo (QUEZADA, M. 1996). El aumento de temperatura en el tratamiento blanco humo podría suponerse que es debido a la energía de evaporación que está siendo retenida por la película impermeable, y que hace que una mayor cantidad de calor se transmita al interior del suelo, expresándose en mayor temperatura.

Al realizar una comparación entre la temperatura de los camellones y la temperatura ambiental, se muestra con mayor exactitud el aumento térmico que sufre el suelo bajo los diferentes tipos de acolchados utilizados (Tabla 12). El tratamiento con roca pómez es el que presenta la menor diferencia térmica con 3.1 °C, mientras que el plástico blanco-humo presenta la mayor diferencia con 7.1 °C.

Tabla 12: Comparación de las oscilaciones térmicas en los camellones y el ambiente (Agosto-Noviembre, 2006). FASE A

| Tratamiento | Camellón | Ambiente | Diferencia |
|---------------------|------------------|----------|------------|
| | Temperatura (°C) | | |
| Blanco humo | 36 | 28.9 | 7.1 |
| Roca pómez | 32 | | 3.1 |
| Cascarilla de arroz | 33 | | 4.1 |

Este comportamiento térmico del suelo, no sólo se debe a que los materiales de estudios, sean desde el punto de vista químicos de diferentes orígenes, sino que también el color de los mismos puede influenciar la temperatura del suelo. La roca pómez utilizada en este estudio es de color blanca – rojiza, por lo que posiblemente tiene un efecto de reflejar la luz del sol, y es por ello que presenta la temperatura mas baja del suelo con 32 °C. En estudios realizados por DECOTEU ET AL. 1988, donde se compararon diferentes acolchados plásticos de colores, se confirmo que las temperaturas del suelo son más cálidas de los acolchados oscuros que los acolchados claros.

Tabla 13: Comparación de las oscilaciones térmicas en los camellones y el ambiente (Enero-Abril, 2007). FASE B

| Tratamiento | Camellón | Ambiente | Diferencia |
|------------------|----------|----------|------------|
| Temperatura (°C) | | | |
| Blanco-humo | 32 | | 3 |

| | | | |
|--------------|----|----|---|
| Plata Plata | 31 | 29 | 2 |
| Plata Negro | 30 | | 1 |
| Sin Plástico | 29 | | 0 |

DECOTEU ET. AL (1990) menciona que los acolchados mas oscuros como el negro reflejan menos luz total en relación a la luz roja que acolchados claros como el blanco y esto modifica el crecimiento de las plantas. Por otro lado encontró que conforme la planta va creciendo y sombreando el acolchado, la cantidad de radiación reflejada disminuye, lo que se confirmo en este trabajo (Grafico 5)

Es muy importante destacar que uno de los problemas de desarrollo en las plántulas de tomate, pudo haber sido el uso plástico gris-humo como protector, que al parecer este retenía bastante calor y no lo dejaba circular libremente, es algo que se pudo percibir porque las plantas de tomate presentaban un sin numero de raíces adventicias todas aglutinadas en un solo lugar además de que estas solo se mostraban superficialmente pero no buscaban como introducirse al suelo, factor que no es de alarmarse porque así se desarrolla la planta, pero el exceso que estas presentaban era síntoma seguro de deficiencia de oxígeno o bien pudo haber sido el exceso de dióxido de carbono o simplemente una relación ligada de oxígeno/dióxido de carbono.

Diferencias de temperatura entre los camellones y el ambiente las cuales son medias de todo el ciclo y sin embargo se demuestra como algunos de los acolchados generan más calor que otros, sin embargo no eran temperaturas alarmantes, se mantenían entre las aceptadas y toleradas por el cultivo.

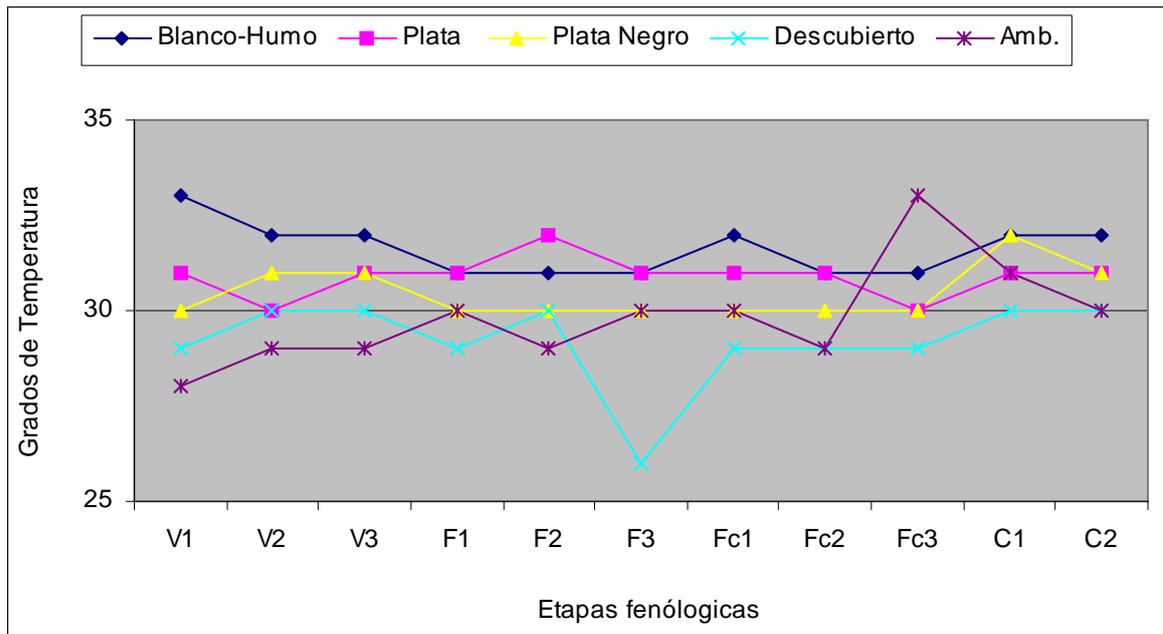


Grafico5: Comportamiento de Temperatura de tratamientos y ambiente en la Fase B.

En cuanto a los resultados de la temperatura estos además de ser comparados entre ellos (los tratamientos), se compararon con la temperatura ambiente para ver cuanta diferencia generaba cada tratamiento. Pero realmente se compara con el tratamiento T4 el cual no poseía cubierta plástica, el cual generó un dato más exacto de la variación en cuanto a los grados de T° por tratamiento.

Haciendo un análisis de las temperaturas por mes y recolección de muestras de datos obtuvimos datos de niveles de temperatura tanto para cada tratamiento como para el ambiente, aunque las variaciones entre tratamiento no son significantes.

Tabla 14. Medición de la compactación Fase A.

| Tratamiento | Repetición | Camellones | | Pasillos | |
|-------------|------------|--------------|---------|--------------|---------|
| | | Profund.(cm) | Presión | Profund.(cm) | Presión |
| | | | | | |

| | | | (kg/cm ²) | | (kg/cm ²) |
|---------------------------|---|-------|-----------------------|-------|-----------------------|
| Plástico Blanco gris-humo | 1 | 30.48 | 17.58 | 12.7 | 21.09 |
| | 2 | 27.94 | 15.82 | 10.16 | 19.34 |
| | 3 | 27.94 | 14.06 | 12.7 | 19.34 |
| | 4 | 27.94 | 14.06 | 20.32 | 17.58 |
| | 1 | 45.72 | 17.58 | 5.08 | 15.82 |
| | 2 | 43.18 | 17.58 | 7.62 | 15.82 |
| | 3 | 40.64 | 14.06 | 10.16 | 17.58 |
| | 4 | 40.64 | 17.58 | 7.62 | 17.58 |
| Plástico Plata Negro | 1 | 45.72 | 17.58 | 17.78 | 19.34 |
| | 2 | 38.1 | 17.58 | 7.62 | 15.82 |
| | 3 | 35.56 | 17.58 | 7.62 | 19.34 |
| | 4 | 27.94 | 14.06 | 5.08 | 21.09 |
| Testigo | 1 | 22.86 | 17.58 | 10.16 | 17.58 |
| | 2 | 22.86 | 14.06 | 7.62 | 14.06 |
| | 3 | 22.86 | 14.06 | 15.24 | 15.82 |
| | 4 | 25.4 | 14.06 | 10.16 | 15.82 |

Durante la primera toma de datos se determinó que los suelos estaban en un excelente estado, los cuales no presentaban niveles de compactación considerados alarmantes. Se realizó esta muestra para ver si los acolchados influían en este parámetro.

Tabla 15. Medición de la compactación Fase B.

| Tratamiento | Repetición | Camellones | | Pasillos | |
|---------------------------|------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|
| | | Profund.(cm) | Presión (kg/cm ²) | Profund.(cm) | Presión (kg/cm ²) |
| Plástico Blanco gris-humo | 1 | 22.86 | 17.58 | 20.32 | 14.06 |
| | 2 | 25.4 | 14.41 | 20.32 | 17.58 |
| | 3 | 24.13 | 14.06 | 20.32 | 21.09 |
| | 4 | 21.59 | 13.71 | 22.86 | 17.58 |
| Plástico Plata | 1 | 17.78 | 11.95 | 20.32 | 14.06 |
| | 2 | 20.32 | 14.77 | 17.78 | 17.58 |
| | 3 | 17.78 | 14.06 | 15.24 | 21.09 |
| | 4 | 20.32 | 14.06 | 17.78 | 21.09 |
| Plástico Plata Negro | 1 | 20.32 | 13.71 | 12.7 | 14.06 |
| | 2 | 20.32 | 14.06 | 12.7 | 17.58 |
| | 3 | 17.78 | 16.87 | 17.78 | 14.06 |
| | 4 | 20.32 | 13.36 | 22.86 | 21.09 |
| Testigo | 1 | 20.32 | 13.36 | 12.7 | 21.09 |
| | 2 | 17.78 | 13.01 | 10.16 | 17.58 |
| | 3 | 20.32 | 14.06 | 15.24 | 14.06 |
| | 4 | 20.32 | 11.95 | 15.24 | 17.58 |

En el segundo y ultimo muestreo se encontró que la compactación mostró en el primer análisis era menor al segundo, puesto que en la mayoría de los casos lo que variaba no era la fuerza aplicada si no la profundidad ya que al aplicar la misma fuerza inicial del estudio este no profundizaba lo esperado lo cual demostró que se dio un proceso de compactación.

Pero según la tabla de comparación de compactación estos datos obtenidos tanto en el primer como el segundo análisis se consideran como compactación baja.

Tabla de referencia para evaluar la compactación mediante los siguientes valores:

| Profundidad (cm.) | presión kg /cm ² | presión Lbs./pul ² | densidad aparente (gr /cm ³) | Grado de compactación |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|
| 5 | 10 | 141.94 | 1.5 | Media |
| 10 | 40 | 567.74 | 1.7 | Media |
| 15 | 70 | 993.55 | 1.9 | Alta |
| 20 | 40 | 567.74 | 1.1 | Baja |
| 25 | 25 | 354.84 | 1.6 | Media |
| 30 | 25 | 354.84 | 1.6-1.7 | Media |
| 35 | 20 | 283.87 | 1.6-1.7 | Media |

TROUSE, A. 1961. Some effects of soil compactation on the development of sugar cane root. Soil sc. 91(3):208-217.

TABLA DE D.A

Sabemos que D.A es la relación masa volumen, la cual esta formada de las partículas de suelo mas los espacios porosos presentes en el mismo. Según los datos de laboratorio la densidad aparente no sobrepasa de los 2 gr./cm³ ya que se consideraría un suelo que está formado de mas espacios porosos que de partículas de tierra los cuales están compuestos en su mayoría de arena.

Fase B - ANTES DE ESTABLECIDO EL EXPERIMENTO

| Código | Peso suelo húmedo gr. | Peso del contenido de agua gr. | Peso suelo seco gr. | Volumen del cilindro (cm ³) | D.A gr./cm ³ |
|--------|-----------------------|--------------------------------|---------------------|---|-------------------------|
| A-26 | 219,33 | 50,81 | 168,52 | 100 | 1,68 |
| A-8 | 235,23 | 62,02 | 173,21 | 100 | 1,73 |
| G-11 | 232,74 | 40,20 | 1292,54 | 100 | 1,92 |
| G-2 | 259,85 | 66,35 | 193,50 | 100 | 1,93 |
| A-4 | 185,80 | 65,70 | 120,10 | 100 | 1,20 |
| G-8 | 207,91 | 65,10 | 142,81 | 100 | 1,42 |

Como resultado del primer análisis de suelo de la parcela de investigación cuyo propósito era determinar el nivel de D.A antes del establecimiento del cultivo se obtuvieron los datos ya expresados en la tabla superior obteniendo datos de una D.A moderados tratándose de un suelo franco arenoso.

CONCLUSIONES.

FASE A:

El monitoreo realizado en pH, T° y CE, fue muy exitoso, puesto que se observó una variación en estos factores. Las variaciones dadas en estos factores fueron leves pero significativas.

Durante la medición de temperatura se observaron cambios de un grado de diferencia por día, cuando se pudo ver una gran diferencia de este fueron durante los días en que pasaban casi completamente lloviendo, lo cual hizo que la temperatura bajara notablemente, sorprendiéndonos más en el acolchado con plástico que es el que más alta temperatura presentaba, llegando de un extremo de 40 °C y descendiendo hasta 32 °C.

FASE B:

Mientras en pH y CE, se observó cambios. Lo que no podemos decir es que si estos fueron realmente significativos, puesto que cada una de las muestras se tomaban de lugares al azar distintos de cada tratamiento, en algunos de los casos se logró tomar datos de los mismos lugares en los que si se puede decir que hubieron cambios en estas variables medidas.

A pesar de que el monitoreo no se hizo en los mismos lugares, se puede decir que el tipo de manejo puede influir de manera negativa sobre estos factores.

RECOMENDACIONES

Realizar monitoreo en cada una de las parcelas de estudio para medir el grado con que estos suelos van perdiendo o mejorando sus propiedades.

Mantener no solo el monitoreo durante un ciclo de siembra, sino que también hacerlo anualmente para tener un dato mas exacto de cómo el suelo se va desgastando.

Debe realizarse antes de la preparación de suelo hasta el final de la cosecha para ver el comportamiento por el cual el suelo pasa al ser manejado.

ANEXOS

Tabla 1. Tabla para la Interpretación del análisis de suelo.

| <u>Nutrientes</u> | <u>Concentración óptima</u> |
|-------------------------|-----------------------------|
| Fósforo | 20-30 mg / 100 g de suelo |
| Potasio | 20-35 mg / 100 g de suelo |
| Nitrógeno total | 0.15-0.20 % |
| Calcio | 250-400 mg / 100 g de suelo |
| Magnesio | 25-50 mg / 100 g de suelo |
| Materia Orgánica | > de 2.5 % |
| Hierro | 0.1-0.3 % |
| Conductividad eléctrica | 300-800 μ S/cm |

Tabla 2. Tabla usada para evaluar los niveles de pH en el suelo.

| <u>PH / H₂O</u> | <u>Nivel</u> |
|----------------------------|------------------------|
| < 4.5 | Muy ácido |
| 4.6-5.2 | Ácido |
| 5.3-5.9 | Moderadamente ácido |
| 6.0-6.6 | Ligeramente ácido |
| 6.8-7.2 | Neutro |
| 7.3-7.9 | Ligeramente alcalino |
| 8.0-8.5 | Moderadamente alcalino |
| 8.6-9.3 | Alcalino |
| > 9.4 | Muy alcalino |

Fuente: **Laboratorio de suelo de la UNAN – LEON.**

ANOVA de un factor

Tabla 3: Comparaciones múltiples DE LOS NIVELES DE PH (FASE B-2007), EFECTOS DE LOS TRTAMEINTOS SOBRE EL PH DEL SUELO

| Variable dependiente | | (I) Tratamientos | (J) Tratamientos | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------------|-----|------------------|------------------|----------------------------|--------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Vegetacion | DMS | 1 | 2 | 0.08 | 0.08 | 0.33 | -0.10 | 0.26 |
| | | | 3 | 0.23 | 0.08 | 0.02 | 0.05 | 0.41 |
| | | | 4 | 0.36 | 0.08 | 0.00 | 0.18 | 0.54 |
| | | 2 | 1 | -0.08 | 0.08 | 0.33 | -0.26 | 0.10 |
| | | | 3 | 0.15 | 0.08 | 0.10 | -0.03 | 0.33 |
| | | | 4 | 0.28 | 0.08 | 0.01 | 0.10 | 0.46 |
| | | 3 | 1 | -0.23 | 0.08 | 0.02 | -0.41 | -0.05 |
| | | | 2 | -0.15 | 0.08 | 0.10 | -0.33 | 0.03 |
| | | | 4 | 0.13 | 0.08 | 0.14 | -0.05 | 0.31 |
| | | 4 | 1 | -0.36 | 0.08 | 0.00 | -0.54 | -0.18 |
| | | | 2 | -0.28 | 0.08 | 0.01 | -0.46 | -0.10 |
| | | | 3 | -0.13 | 0.08 | 0.14 | -0.31 | 0.05 |
| Floracion | DMS | 1 | 2 | 0.24 | 0.12 | 0.07 | -0.02 | 0.51 |
| | | | 3 | 0.48 | 0.12 | 0.00 | 0.21 | 0.74 |
| | | | 4 | 0.44 | 0.12 | 0.00 | 0.17 | 0.71 |
| | | 2 | 1 | -0.24 | 0.12 | 0.07 | -0.51 | 0.02 |
| | | | 3 | 0.23 | 0.12 | 0.09 | -0.04 | 0.50 |
| | | | 4 | 0.20 | 0.12 | 0.14 | -0.07 | 0.47 |
| | | 3 | 1 | -0.48 | 0.12 | 0.00 | -0.74 | -0.21 |
| | | | 2 | -0.23 | 0.12 | 0.09 | -0.50 | 0.04 |
| | | | 4 | -0.03 | 0.12 | 0.79 | -0.30 | 0.24 |
| | | 4 | 1 | -0.44 | 0.12 | 0.00 | -0.71 | -0.17 |
| | | | 2 | -0.20 | 0.12 | 0.14 | -0.47 | 0.07 |
| | | | 3 | 0.03 | 0.12 | 0.79 | -0.24 | 0.30 |
| Fructificacion | DMS | 1 | 2 | 0.08 | 0.08 | 0.32 | -0.09 | 0.26 |
| | | | 3 | 0.18 | 0.08 | 0.04 | 0.01 | 0.35 |
| | | | 4 | 0.17 | 0.08 | 0.06 | -0.01 | 0.34 |

Monitoreo de la parcela de investigación del CNRA bajo diferentes tipos de acolchados

| | | | | | | | | |
|---------|-----|---|---|-------|------|------|-------|-------|
| | | 2 | 1 | -0.08 | 0.08 | 0.32 | -0.26 | 0.09 |
| | | | 3 | 0.10 | 0.08 | 0.25 | -0.08 | 0.27 |
| | | | 4 | 0.08 | 0.08 | 0.32 | -0.09 | 0.26 |
| | | 3 | 1 | -0.18 | 0.08 | 0.04 | -0.35 | -0.01 |
| | | | 2 | -0.10 | 0.08 | 0.25 | -0.27 | 0.08 |
| | | | 4 | -0.01 | 0.08 | 0.86 | -0.19 | 0.16 |
| | | 4 | 1 | -0.17 | 0.08 | 0.06 | -0.34 | 0.01 |
| | | | 2 | -0.08 | 0.08 | 0.32 | -0.26 | 0.09 |
| | | | 3 | 0.01 | 0.08 | 0.86 | -0.16 | 0.19 |
| Cosecha | DMS | 1 | 2 | 0.06 | 0.08 | 0.45 | -0.12 | 0.25 |
| | | | 3 | 0.22 | 0.08 | 0.02 | 0.04 | 0.41 |
| | | | 4 | 0.15 | 0.08 | 0.10 | -0.03 | 0.33 |
| | | 2 | 1 | -0.06 | 0.08 | 0.45 | -0.25 | 0.12 |
| | | | 3 | 0.16 | 0.08 | 0.08 | -0.02 | 0.34 |
| | | | 4 | 0.08 | 0.08 | 0.33 | -0.10 | 0.27 |
| | | 3 | 1 | -0.22 | 0.08 | 0.02 | -0.41 | -0.04 |
| | | | 2 | -0.16 | 0.08 | 0.08 | -0.34 | 0.02 |
| | | | 4 | -0.07 | 0.08 | 0.39 | -0.26 | 0.11 |
| | | 4 | 1 | -0.15 | 0.08 | 0.10 | -0.33 | 0.03 |
| | | | 2 | -0.08 | 0.08 | 0.33 | -0.27 | 0.10 |
| | | | 3 | 0.07 | 0.08 | 0.39 | -0.11 | 0.26 |
| Total | DMS | 1 | 2 | 0.12 | 0.08 | 0.16 | -0.05 | 0.29 |
| | | | 3 | 0.28 | 0.08 | 0.00 | 0.11 | 0.45 |
| | | | 4 | 0.28 | 0.08 | 0.00 | 0.11 | 0.45 |
| | | 2 | 1 | -0.12 | 0.08 | 0.16 | -0.29 | 0.05 |
| | | | 3 | 0.16 | 0.08 | 0.07 | -0.01 | 0.33 |
| | | | 4 | 0.16 | 0.08 | 0.06 | -0.01 | 0.33 |
| | | 3 | 1 | -0.28 | 0.08 | 0.00 | -0.45 | -0.11 |
| | | | 2 | -0.16 | 0.08 | 0.07 | -0.33 | 0.01 |
| | | | 4 | 0.00 | 0.08 | 0.98 | -0.17 | 0.17 |
| | | 4 | 1 | -0.28 | 0.08 | 0.00 | -0.45 | -0.11 |
| | | | 2 | -0.16 | 0.08 | 0.06 | -0.33 | 0.01 |
| | | | 3 | 0.00 | 0.08 | 0.98 | -0.17 | 0.17 |

* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

ANOVA de un factor

Tabla 4: Comparaciones múltiples DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (FASE B-2007), EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA CE

| Variable dependiente | (I) Tratamientos | (J) Tratamientos | Diferencia de medias (I-J) | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|----------------------|------------------|------------------|----------------------------|------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| Vegetacion | Blanco-humo | Plata-negro | -75.62000 | .416 | -271.0268 | 119.7868 |
| | | Plata | -16.49500 | .857 | -211.9018 | 178.9118 |
| | | Sin plastico | -490.71000(*) | .000 | -686.1168 | -295.3032 |
| | Plata-negro | Blanco-humo | 75.62000 | .416 | -119.7868 | 271.0268 |
| | | Plata | 59.12500 | .522 | -136.2818 | 254.5318 |
| | | Sin plastico | -415.09000(*) | .001 | -610.4968 | -219.6832 |
| | Plata | Blanco-humo | 16.49500 | .857 | -178.9118 | 211.9018 |
| | | Plata-negro | -59.12500 | .522 | -254.5318 | 136.2818 |
| | | Sin plastico | -474.21500(*) | .000 | -669.6218 | -278.8082 |
| | Sin plastico | Blanco-humo | 490.71000(*) | .000 | 295.3032 | 686.1168 |
| | | Plata-negro | 415.09000(*) | .001 | 219.6832 | 610.4968 |
| | | Plata | 474.21500(*) | .000 | 278.8082 | 669.6218 |
| Floracion | Blanco-humo | Plata-negro | -56.10200 | .655 | -322.5190 | 210.3150 |
| | | Plata | -14.06200 | .910 | -280.4790 | 252.3550 |
| | | Sin plastico | -346.49200(*) | .015 | -612.9090 | -80.0750 |
| | Plata-negro | Blanco-humo | 56.10200 | .655 | -210.3150 | 322.5190 |
| | | Plata | 42.04000 | .737 | -224.3770 | 308.4570 |
| | | Sin plastico | -290.39000(*) | .035 | -556.8070 | -23.9730 |
| | Plata | Blanco-humo | 14.06200 | .910 | -252.3550 | 280.4790 |
| | | Plata-negro | -42.04000 | .737 | -308.4570 | 224.3770 |
| | | Sin plastico | -332.43000(*) | .019 | -598.8470 | -66.0130 |
| | Sin plastico | Blanco-humo | 346.49200(*) | .015 | 80.0750 | 612.9090 |
| | | Plata-negro | 290.39000(*) | .035 | 23.9730 | 556.8070 |
| | | Plata | 332.43000(*) | .019 | 66.0130 | 598.8470 |
| Fructificacion | Blanco-humo | Plata-negro | -27.24444 | .224 | -73.5287 | 19.0398 |
| | | Plata | -.93611 | .966 | -47.2204 | 45.3482 |
| | | Sin plastico | -227.24444(*) | .000 | -273.5287 | -180.9602 |

| | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|---------------|---------|-----------|-----------|
| Cosecha | Plata-negro | Blanco-humo | 27.24444 | .224 | -19.0398 | 73.5287 |
| | | Plata | 26.30833 | .239 | -19.9759 | 72.5926 |
| | | Sin plastico | -200.00000(*) | .000 | -246.2843 | -153.7157 |
| | Plata | Blanco-humo | .93611 | .966 | -45.3482 | 47.2204 |
| | | Plata-negro | -26.30833 | .239 | -72.5926 | 19.9759 |
| | | Sin plastico | -226.30833(*) | .000 | -272.5926 | -180.0241 |
| | Sin plastico | Blanco-humo | 227.24444(*) | .000 | 180.9602 | 273.5287 |
| | | Plata-negro | 200.00000(*) | .000 | 153.7157 | 246.2843 |
| | | Plata | 226.30833(*) | .000 | 180.0241 | 272.5926 |
| | Blanco-humo | Plata-negro | -3.37083 | .922 | -76.8540 | 70.1123 |
| | | Plata | -.35417 | .992 | -73.8373 | 73.1290 |
| | | Sin plastico | -163.28750(*) | .000 | -236.7707 | -89.8043 |
| | Plata-negro | Blanco-humo | 3.37083 | .922 | -70.1123 | 76.8540 |
| | | Plata | 3.01667 | .930 | -70.4665 | 76.4998 |
| | | Sin plastico | -159.91667(*) | .000 | -233.3998 | -86.4335 |
| | Plata | Blanco-humo | .35417 | .992 | -73.1290 | 73.8373 |
| | | Plata-negro | -3.01667 | .930 | -76.4998 | 70.4665 |
| | | Sin plastico | -162.93333(*) | .000 | -236.4165 | -89.4502 |
| Sin plastico | Blanco-humo | 163.28750(*) | .000 | 89.8043 | 236.7707 | |
| | Plata-negro | 159.91667(*) | .000 | 86.4335 | 233.3998 | |
| | Plata | 162.93333(*) | .000 | 89.4502 | 236.4165 | |

* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Análisis de suelo del Centro Nacional de Referencia de Agroplasticultura Fase A.

Tabla 5.

| Código | Muestra | DA (g/cm ³) | DR (g/cm ³) | H % | Cl (cm ³ /s) | CRA % | Arcilla % | Limo % | Arena % | Textura |
|--------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------|-------------------------|-------|-----------|--------|---------|----------------|
| 312 | Parcela 1 Muestra # 1 | 0,79 | 2,5 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,84 | 24,08 | 63,8 | Franco-arenoso |

Monitoreo de la parcela de investigación del CNRA bajo diferentes tipos de acolchados

| | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------|------|-----|------|-----|-----|-------|-------|-------|----------------|
| 313 | Muestra # 2 | 0,79 | 2,5 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,84 | 25,08 | 62,8 | Franco-arenoso |
| 314 | Muestra # 3 | 0,79 | 2,5 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,91 | 25,01 | 62,8 | Franco-arenoso |
| 315 | Muestra # 4 | 0,79 | 2,4 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,84 | 26,01 | 62,15 | Franco-arenoso |
| 316 | Parcela 2 Muestra # 5 | 0,79 | 2,4 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 17,77 | 25,01 | 60,22 | Franco-arenoso |
| 317 | Muestra # 6 | 0,79 | 2,4 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,84 | 25,79 | 61,37 | Franco-arenoso |

Tabla 6.

| Código | Muestra | MO % | NH ₄ mg/100g | NO ₃ mg/100g | P ₂ O ₅ mg/100g | K ₂ O mg/100g | CaO mg/100g | MgO mg/100g | CIC meq/100g | Ph | CE μS/cm |
|--------|-----------------------|------|----------------------------|----------------------------|--|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----|----------|
| 312 | Parcela 1 Muestra # 1 | 2,2 | 3,1 | 1,9 | 2,9 | 281,3 | 206,3 | 32,7 | 12,2 | 6,2 | 185,7 |
| 313 | Muestra # 2 | 2,2 | 7,6 | 2,8 | 3,6 | 321,9 | 175,5 | 27,6 | 11,3 | 6,2 | 203,3 |
| 314 | Muestra # 3 | 2,4 | 6,1 | 2,4 | 4,1 | 256,3 | 208,5 | 31,6 | 11,4 | 6,2 | 194,7 |
| 315 | Muestra # 4 | 2,0 | 4,6 | 2,4 | 4,3 | 221,3 | 191,5 | 27,9 | 10,8 | 6,2 | 190,2 |
| 316 | Parcela 2 Muestra # 5 | 2,5 | 3,10 | 2,2 | 2,9 | 233,1 | 208,7 | 30,6 | 13,4 | 6,2 | 204,0 |
| 317 | Muestra # 6 | 2,4 | 3,10 | 2,1 | 3,5 | 192,5 | 194,5 | 28,3 | 11,3 | 6,2 | 189,1 |

Análisis de suelo del Centro Nacional de Referencia de Agroplasticultura Fase B.

Tabla 7.

| Código | Muestra | DA (g/cm ³) | DR (g/cm ³) | H % | CI (cm ³ /s) | CRA % | Arcilla % | Limo % | Arena % | Textura |
|--------|-------------|-------------------------|-------------------------|------|-------------------------|-------|-----------|--------|---------|----------------|
| 319 | Muestra # 1 | 0,79 | 2,5 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,84 | 24,08 | 63,8 | Franco-arenoso |
| 320 | Muestra # 2 | 0,79 | 2,5 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,84 | 25,08 | 62,8 | Franco-arenoso |
| 321 | Muestra # 3 | 0,79 | 2,5 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,91 | 25,01 | 62,8 | Franco-arenoso |
| 322 | Muestra # 4 | 0,79 | 2,4 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,84 | 26,01 | 62,15 | Franco-arenoso |
| 323 | Muestra # 5 | 0,79 | 2,4 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 17,77 | 25,01 | 60,22 | Franco-arenoso |
| 324 | Muestra # 6 | 0,79 | 2,4 | 24,2 | 7,0 | 8,8 | 12,84 | 25,79 | 61,37 | Franco-arenoso |

Tabla 8.

| Código | Muestra | MO % | NH ₄ mg/100g | NO ₃ mg/100g | P ₂ O ₅ mg/100g | K ₂ O mg/100g | CaO mg/100g | MgO mg/100g | CIC meq/100g | Ph | CE μ S/cm |
|--------|-------------|------|----------------------------|----------------------------|--|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----|---------------|
| 319 | Muestra # 1 | 3,0 | 3,1 | 3,4 | 11,1 | 171,3 | 164,4 | 33,5 | 16,2 | 7,3 | 168,1 |
| 320 | Muestra # 2 | 3,5 | 1,5 | 2,2 | 5,8 | 77,5 | 120,7 | 25,3 | 20,1 | 6,7 | 106,4 |
| 321 | Muestra # 3 | 3,0 | 3,1 | 1,6 | 8,0 | 107,5 | 138,7 | 25,4 | 16,7 | 6,9 | 97,2 |
| 322 | Muestra # 4 | 2,9 | 4,6 | 1,8 | 9,1 | 110,0 | 133,9 | 22,3 | 17,4 | 6,9 | 116,4 |
| 323 | Muestra # 5 | 2,8 | 4,6 | 1,1 | 6,2 | 82,5 | 131,1 | 24,7 | 17,3 | 6,8 | 99,5 |
| 324 | Muestra # 6 | 2,9 | 1,5 | 0,9 | 8,6 | 76,3 | 147,9 | 30,8 | 19,2 | 6,8 | 108,5 |

Fase B. DESPUES DE FINALIZADO EL EXPERIMENTO

| Código | Peso suelo húmedo gr. | Peso del contenido de agua gr. | Peso suelo seco gr. | Volumen del cilindro cm ³ () | D.A gr./cm ³ |
|--------|-----------------------|--------------------------------|---------------------|--|-------------------------|
| G-17 | 169,10 | 52,04 | 117,06 | 100 | 1,17 |
| A-21 | 160,52 | 48,00 | 112,52 | 100 | 1,12 |
| A-27 | 158,06 | 46,02 | 112,04 | 100 | 1,12 |
| G-10 | 171,58 | 52,00 | 119,58 | 100 | 1,19 |
| G-5 | 184,54 | 60,54 | 124,00 | 100 | 1,24 |
| A-30 | 166,60 | 51,04 | 115,56 | 100 | 1,15 |

Sin embargo según los resultados del análisis posterior al finalizar el cultivo demostraron que la D.A disminuyo un 30 % lo cual se atribuye al hecho de que al permanecer bajo la protección de los acolchados plásticos, se evito que se les practicara labranza dentro del manejo de la parcela.

Bibliografía.

1. ALBRECHT BENZING (2001): *Agricultura Orgánica, Fundamentos para la región Andina*, Ed. Neckar – Verlag, Villingen – Schwenningen, Alemania.
2. ARTURO SUÁREZ (1994): *Manual para el muestreo de suelo y propiedades físicas*, fundación hondureña de investigación agrícola (FIA) San Pedro Sula, Honduras.
3. CALDERÓN SÁENZ FELIPE (2002): *La conductividad eléctrica (CE)- y la conductividad eléctrica a granel CEG)- del suelo como base para la medición de la humedad del suelo*. Asistencia Técnica Agrícola Ltda., Colombia.
4. CALDERÓN & DÁVILA (2006): *Evaluación de la incorporación de frijol mungo (Vigna Radiata) como mejorador de las características químicas del suelo y sus efectos en la producción de maíz en tres comunidades del municipio de León*. Nicaragua: UNAN-León, Tesis.
5. CARLOS B. CARBO (1999): *Enciclopedia Práctica de la agricultura y la ganadería*, OCÉANO / CENTRUM; Barcelona, España.
6. CIDAPA (2004): *Congreso Iberoamericano para el Desarrollo y Aplicación de Plásticos en Agricultura*. [CD-ROM]. 6^{ta} ed. Bogotá, Colombia. CYTEC.
7. DECATEU, D. R. M.J. KASPERBAUER, P.G. HUNT (1989): *Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes*. J. Amer. Sco. Hort.Sci. Vol 114 N0 2.
8. DECOTEU, D. R. M.J. KASPERBAUER, P.G. HUNT (1990): *Bell pepper plant development over mulches of diverse color*, HortSciene. Vol. 25 N0 4.
9. DÍAZ-ROMEU, R. BALERDI, F. FASSBENDER, H.W. (1970): *Contenido de materia orgánica y nitrógeno en suelos de América Central*. Turrialba 20 (2).
10. EDUARDO RODRÍGUEZ DÍAZ (2004): *Problemática en el manejo de fertiriego (Calidad de agua)*, Universidad de Guadalajara, México. CIDAPA Congreso Iberoamericano para el Desarrollo y Aplicación de Plásticos en Agricultura. [CD-ROM]. 6^{ta} ed. Bogotá, Colombia. CYTEC.
11. ENACAL (2007): *Estudios de la calidad de agua de pozo en diferentes zonas del departamentote León*.
12. FAO-UNESCO (1976): *Prognosis of salinity and alkalinity (Boletín Suelos I)*, Roma.
13. FASSBENDER, H.W. ELEMER BORNEMISZA (1985): *Química de suelo con énfasis en suelos de América Latina*. Edic. 5, Edit. IICA. Costa Rica.

14. Fundamentos de la Plasticultura. [CD-ROM] (2004). Nicaragua. UNA.
15. F. SALMERÓN, L. GARCÍA (1994): Fertilidad y Fertilización de suelos. UNA- Managua, Nicaragua.
16. FELCZYNSKI, K.; BABIK, I. (ED.) AND RUMPEL, J. (1994): Plant and soil covers in direct seeded and transplanted sweet corn. *Acta Horticulturae* 371: 317-321.
17. GABRIEL, E.L., H. LOTTI, R.M. BENITO, AND O.R. LARROQUE (1994): Effect of mulch color on yield of fresh-market tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Hortic.* 357:243-250.
18. GUERRERO R. (1993): Interpretación de Análisis de suelo y Recomendaciones de Fertilizantes. Esc. Agrícola Panamericana. Zamorano. Honduras.
19. GLINSKI R.K Y LIPIEC, DA COSTA J.V (1990): The determination of the at permanent wilthing and at the moisture. 3rd internal congress soil science.
20. GUTKOWSKI, D., AND S. TERRANOVA. (1991): Physical aspects of soil solarization. Paper 109. p. 48-68. *In* Soil solarization. Proceedings of the First International Conference on Soil Solarization, Amman, Jordan. FAO Plant Production and Protection.
21. HANS PAGEL (1982): Pflanzennährstoffe in tropischen Boden ihre Bestimmung und Bewertung. VEB. Berlin, Deutschland.
22. JAIRO RESTREPO R, (2002): El Suelo, la Vida y los Abonos Orgánicos, Colección de las Mejores Prácticas.
23. LIBIK, A., P. SIWEK, I. BABIK (ED.), AND J. RUMPEL. (1994): Changes in soil temperature affected by the application of plastic covers in field production of lettuce and water melon. *Acta Hortic.* 371:269-273.
24. LÓPEZ J. RITAS & LÓPEZ J. MELIDA (1990): El diagnostico de suelo, agua y planta (Metodo de campo y laboratorio. 4^a. Edición. Ed. Mundi-Prensa, España.
25. LÓPEZ TOVAL, ENRIQUE A, LUÍS M. MEDINA GÓMEZ (2004): Manejo integrado del picudo del Chiltoma ANTHONOMUS EUGENII (Coleóptero: Díptera) Campus Agropecuario, UNAN-León, Tesis.
26. JULIO LOPEZ RITAS Y JULIO LOPEZ MELIDA (1990): Diagnóstico de suelo y planta (Método de campo y laboratorio) V. Española, 4edit. Mundi-prensa, Madrid Pág. 168 – 171.
27. MENGEL, K.; E.A. KIRKBY. (1987): Potassium. In "Principles of Plan Nutrition". Chapter 10:427-453. I.P.I. Bern,Switzerland
28. MILLAR C. E; TURK L. M; FOTH H. D (1980): Fundamentos de la ciencia del suelo. 5^a Edi, Continental, S. A. México.

29. MONTEALEGRE, J.R., B. DEFILIPPI, Y J.L. HENRÍQUEZ. (1997): Uso de la solarización y de bromuro de metilo en el control de *Fusarium oxysporum f. sp. fragariae* en un suelo con monocultivo de frutillas. Fitopatología 32:18-31.
30. NAVARRO MAURICIO GARCÍA (2002): Nutrición vegetal balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. Edic. 1 Edit. Buena vista. UAAAN, México
31. PACHECO MOSQUERA, J. L., (1980): Estudio de los efectos causados por la mecanización en algunas características físico-químico de los suelos. Tesis de Magíster, SIDIAT. Venezuela.
32. PLASTER EDGARD J. (2000): La ciencia del suelo y su manejo. Edit. Paraninfo-ITA. España.
33. PULLMAN, G.S., J.E. DEVAY, AND R.H. GARBER. (1981): Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature for soil borne plant pathogens. Phytopathology 71:959-964.
34. QUEZADA, M.R. (1996): Evolución de películas plásticas foto biodegradables para acolchado de suelo en el cultivo de melón (*Cucumis melo L.*). Tesis de Maestría. Univ. Antonio Narro, México
35. ROBERTSON, G.P, HERRERA, R. ROSSWALL, T. (1982): Nitrogen cycling in ecosystems of Latin America and the Caribbean. Plant and Soil (special volume)
36. ROJAS L. A, GONZÁLES GI, GARCÍA A, CASTILLO LE, ORTIZ G, AMÉZQUITA E, LORA R & NAVAS J (1989) Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). El análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Manual de asistencia técnica N° 47. Bogotá, Colombia.
37. ROSENDO GUZMÁN, URIEL BUITRAGO, FILEMÓN MORALES (1994): Cultivo de tomate. Edición: Henner Obregón O. Managua, Nicaragua: INTA.
38. SAMPAT A. GAVANDE (1991): Física de suelos, principios y aplicaciones. Editorial. Limusa S.A.. Edición 8. México.
39. WIEN, H.C., P.L. MINOTTI, AND V.P. GRUBINGER (1993): Polyethylene mulch stimulates early root growth and nutrient uptake of transplanted tomatoes. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 118:207-211.
40. file:///F:/nunez_m.htm
41. <file:///F:/articulos.php.htm>
42. WWW.E-CAMPO.COM
43. www.redpar.fpolar.info.v/agrotrop

44. www.chapingo.mx

45. www.ceniap.gov