



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

EVALUACIÓN DEL MANEJO DE AGUA Y PRESERVACION DEL SUELO EN EL DTT011 MARGARITAS-COMITÁN

PRESENTA:

Magdaleno Ruiz Guadalupe 07270023

ASESORES:

ROSALES QUINTERO ARNULFO

CASTAÑÓN GONZALEZ JOSE HUMBERTO

MALDONADO VILLALOBOS JUAN JOSE

Ingeniería Bioquímica

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA.



1	INTRODUCCIÓN	4
2	JUSTIFICACION	7
3	OBJETIVO	8
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	8
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	8
4	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	9
5	PROBLEMAS A RESOLVER	10
6	MATCO TEÓRICO	11
6.1	POROSIDAD	12
6.2	ESTRÉS HÍDRICO DEL CULTIVO	13
6.3	EL PAPEL DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACION.....	14
6.4	MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO	16
7	LOMBRICULTURA	16
7.1	CRIANZA.....	19
7.2	DENSIDAD DE SIEMBRA.....	21
7.3	IMPLEMENTACIÓN DE LOMBRICULTIVO	21
7.4	MANEJO.....	23
7.5	PRODUCCIÓN DE HUMUS.....	24
8	BIOABONO	25
8.1	IMPORTANCIA DEL BIOABONO	25
8.2	SUBSTRATO	26
8.3	HUMEDAD	26
8.4	TEMPERATURA	26
8.5	pH	27
9	SUELO	27
9.1	TIPOS DE SUELO.....	28
9.2	TEXTURA Y ESTRUCTURA DEL SUELO	31
9.3	MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO	33
9.4	COMPONENTES DEL SUELO	34
9.5	ESTRUCTURA DEL SUELO.....	35



10 TOMA DE MUESTRA Y TRANSPORTE.....	37
10.1 DATOS DE LA MUESTRA	37
10.2 TOMA DE MUESTRA.....	37
10.3 RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO.....	38
10.4 RECOLECCION DE LA MUESTRA DE COMPOSTA	39
11 DESCRIPCION DEL PERFIL REPRESENTATIVO	41
11.1 TOPOGRAFIA Y DRENAJE SUPERFICIAL	41
11.2 VARIACIÓN DEL PERFIL	41
11.3 DRENAJE INTERNO.....	41
12 RESULTADOS	42
12.1 TEXTURA.....	45
12.2 ANALISIS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO	46
12.3 IONES SOLUBLES	50
12.4 SITUACIÓN ACTUAL.....	52
12.5 CALIDAD DE AGUA PARA FINES DE RIEGO	52
12.6 LABRANZA DE CONSERVACION CON MAIZ	52
12.7 ROTACIÓN DE CULTIVO CON FRIJOL	52
13 ANALISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA PARA RIEGO	53
13.1 CLASIFICACIÓN POR SALINIDAD Y SODIO	53
13.1.1 CATIONES	53
13.1.2 ANIONES	53
13.2 ANALISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA.....	53
13.3 PROBLEMAS RESUELTOS	55
14 CONCLUSIONES	57
15 DISCUSION.....	59
16 ANEXOS.....	60
17 BIBLIOGRAFIAS	65
18 GLOSARIO.....	69



1 INTRODUCCIÓN

En México al igual que en el estado de Chiapas, las áreas modificadas a las actividades productivas agropecuarias y forestales presentan un grave deterioro, que se manifiestan en diferentes formas; entre las principales están la pérdida de la vegetación que con lleva la disminución de la cubierta arbolada y la pérdida de la diversidad biológica; acelerada la degradación del suelo por erosión hídrica, inundaciones, contaminación.

Algunas otras como son: el uso reducido de las prácticas conservacionistas, manejo extensivo de los recursos naturales y culturas adversas del entorno que han contribuido a acrecentar esta problemática.

Es necesario aplicar soluciones integrales de control a los sistemas del uso de la tierra y la tecnología utilizada para el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales; fuera de las parcelas es evidente un deterioro acelerado de los ecosistemas, medio ambiental y un daño recurrente a la infraestructura del desarrollo.

En este contexto se desarrolla un proyecto denominado “Transferencia de tecnologías de producción en Chiapas”. Este proyecto se ha basado en la aplicación de una estrategia de transferencia de tecnologías para conservar y manejar el suelo y agua, recuperar la capacidad productiva de estos recursos naturales.

De este modo, para lograr un uso sustentable del recurso del suelo, se están integrando otras prácticas que permitan conservarlo y restaurar su capacidad productiva.

Se denomina Abono orgánico a un producto que contiene uno o varios microorganismos del suelo y puede ser aplicado a la semilla ó al suelo con el fin de incrementar su número, asociarse directa o indirectamente al sistema radical de las plantas, favorecer su interacción e incrementar el desarrollo vegetal y reproductivo de la planta huésped.



Dentro de este rubro se encuentran las prácticas de Abono Orgánico, componente tecnológico que consiste en la aplicación de un producto elaborado a base de microorganismos (bacterias y hongos) a la semilla del cultivo. Mediante procesos de simbiosis con la raíz, los microorganismos tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, liberar fósforo y producir nutrientes que intervienen en el crecimiento de la planta y, además, pueden reducir la presencia de enfermedades fungosas y nematodos.

Se han demostrado la posibilidad del uso de diferentes microorganismos como alternativa biológica para la nutrición de las plantas, destacándose entre ellas las bacterias promotoras del crecimiento vegetal.

Los biofertilizantes elaborados con hongos *Micorriza* son productos benéficos que se asocian a las raíces de las plantas y favorecen su nutrición, en este caso la *Micorriza* se aplica directamente a la semilla así la *Micorriza* permite a la planta incrementar la exploración de la raíz con un aumento en la absorción y transporte de nutrientes como fósforo, nitrógeno, cobre, zinc y agua del suelo, proporcionándole mayores ventajas para su desarrollo y productividad. Estos biofertilizantes no contaminan ni causan daño al suelo, ni a la planta, ni al hombre.

Se distribuyen dosis de *Micorriza* para tratar semillas de frijol y de maíz entre otros. La fijación simbiótica del nitrógeno es un proceso metabólico con participación de la leguminosa y la bacteria.

El vocablo *Micorriza*, proviene de mico y raíz y significa la unión de la raíz de una planta con las hifas de determinados hongos. Son un grupo de hongos habitantes del suelo, benéficos para las plantas, con capacidad de colonizar la raíz de gran número de especies y establecer una simbiosis. Esta relación simbiótica es una de las más antiguas e importantes en la agricultura moderna. Los hongos *Micorrízicos*



se incrementan en diversos sustratos y procedimientos. Las fuentes de inóculo son las esporas, hifas, fragmentos de cuerpos fructíferos y raíces colonizadas.

A lo que nos lleva la practica de Lombricultura, como una alternativa orgánica de restauración de la fertilidad y la productividad, son dos aspectos importantes que deben considerarse al momento de implementar la Lombricultura o cultivo de la Lombriz.

En este proyecto se busca evaluar el manejo del cultivo de Lombrices ya que es una alternativa para todos los productores/as y tiene varias finalidades, entre las que podríamos mencionar la producción de materia orgánica, rica en nutrientes y en microorganismos que mejoran la fertilidad del suelo y por lo tanto beneficiar la mejora la productividad de las plantas.

Por lo tanto, todas las operaciones diversas relacionadas con la cría y manejo de lombrices, se le llama Lombricultura. En algunos países, a esta misma actividad se le conoce como vermicultura, lombricultivo y al material resultante de la descomposición por este anélido se le conoce como humus, lombrihumus, vermicompost, biocompost y también bioabono.



2 JUSTIFICACIÓN

El biofertilizante o abonos biológicos están basados en microorganismos que promueven y benefician la nutrición y el crecimiento de las plantas. Desde el punto de vista de una agricultura sostenible, el uso de biofertilizantes representa una importante alternativa para limitar el uso de abonos químicos, reduciendo su negativo impacto ambiental y económico, y mejorando la productividad de los cultivos.

Para asegurar un futuro exitoso del biofertilizante es importante definir parámetros de producción que cumpla con las buenas prácticas de manufactura, con unos controles de calidad que aseguren la efectividad de los productos en campo.

El uso del biofertilizante es importante para el productor, por eso es necesario encontrar las riquezas o concentración del Bioabono (Micro y Macro elementos).



3 OBJETIVOS

3.1 *Objetivo General*

Evaluar prácticas de conservación del suelo y agua para el control y los procesos de degradación de la fertilidad del suelo en el DTT011 Margaritas-Comitán

3.2 *Objetivo Especifico*

- Ofrecer a los participantes los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para llevar a cabo la producción de insumos desde la selección de los microorganismos de acuerdo con la actividad biológica requerida, manipulación de parámetros de producción y formulación, hasta su evaluación en campo.
- Vincular a los sectores productivo, público y académico a través de acciones científicas y tecnológicas en las áreas del uso, manejo e investigación de insumos biológicos.
- Establecer los análisis físicos y químicos de composta a partir de sus características específicas.
- Determinar la cantidad de agua que se utiliza en el cultivo
- Dar a conocer las características e importancia de la explotación de la lombriz roja, en la agricultura orgánica.
- Establecer sistemas de explotación de lombriz roja californiana encada una de las fincas de los aprendices
- Conocer las características físicas y químicas de los suelos de la zona de estudio, para determinar el uso y manejo que se les debe dar bajo condiciones de riego



4 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El proyecto se llevó a cabo en las instalaciones de CONAGUA. Ubicada en la Calle: Carretera Tuxtla Chicoasen Km.1.5 S/N. Frac. Los Laguitos, C.P. 29029 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Las prácticas de campo se llevaron a cabo en el DTT011 Margaritas-Comitán ubicadas en las laderas del sur de la zona, ocupando una superficie de 1,659.2 Ha. Así como en el laboratorio de ECOSUR ubicado en Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n Barrio de María Auxiliadora 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

Las características de la zona del suelo son:

Presentan textura de migajón, un horizonte franco arcilloso de color gris amarillento, color superficial es pardo oscuro, la textura de los suelos se presentan para una buena labranza.



5 PROBLEMAS A RESOLVER

Con el proyecto a realizar se pretende producir el Biofertilizante para la producción de los consumidores del campo, respecto a la composición del medio y condiciones de la composta.

Para que el Biofertilizante logre ser reconocido como un abono orgánico es necesario tener las cualidades necesarias para mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Teniendo un abono que proporcione color a las hojas, el tallo, la flor y el fruto y también activan el desarrollo de la planta en forma completa, haciéndolas más fuertes.

El suelo debe de determinar la capacidad de hacer crecer las plantas y la disponibilidad de suficientes nutrientes para ellas. La proporción de los componentes determina una serie de propiedades que se conocen como propiedades físicas o mecánicas del suelo: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva.



6 MARCOTEORICO

Una causa significativa de la baja producción y el fracaso del cultivo en la agricultura de secano es la falta de agua en el suelo. Esto se debe a la combinación de una lluvia escasa y errática con una mala utilización del agua disponible. El manejo de la humedad del suelo es, entonces, un factor clave cuando se trata de mejorar la producción agrícola.

Una precipitación pluvial irregular o insuficiente puede ser una seria limitación para la producción agrícola, causando bajos rendimientos o incluso el fracaso del cultivo. Esto es especialmente cierto en tierras secas, donde los niveles de productividad son generalmente muy bajos. En la mayoría de los casos, se puede hacer mucho para mejorar la eficiencia del uso de la precipitación. La Agricultura de Conservación es una manera de mejorar el manejo de la humedad del suelo. Manejo de la humedad del suelo.

El incremento de la cantidad de agua almacenada en el suelo puede dar por resultado:

- Rendimientos más altos (si también existen suficientes nutrientes).
- Reducción del riesgo de pérdidas debido a la sequía.
- Recarga del agua subterránea, asegurando el nivel del agua en los manantiales y la continuidad de los flujos de ríos y cursos de agua.

LA COMPACTACIÓN SUB-SUPERFICIAL POR LABRANZA CONTINUA HA DEVENIDO EN DEGRADACIÓN ESTRUCTURAL Y ESCORRENTÍA

Como es poco lo que se puede hacer para incrementar la cantidad o la frecuencia de las precipitaciones, nos enfocamos al mejoramiento de la captación de lluvia, la disponibilidad de agua en el suelo y la eficiencia de su uso en las tierras de agricultura de secano. Esto significa que debe aumentarse la cantidad de agua que ingresa al suelo (infiltración) y reducirse la pérdida de humedad a través de la



escorrentía y evaporación. Una mayor cobertura y mejor manejo del suelo pueden ayudar a lograr esto. El suelo debe ser perturbado lo menos posible, protegido con una cobertura permanente, y su contenido de materia orgánica debe ser incrementado.

Cuando la lluvia cae a la superficie del suelo, parte de ella se infiltra en el suelo, y al fluir a través de éste recarga el agua subterránea. Otra parte discurrirá como escorrentía superficial y la restante se evaporará directamente de la superficie desprotegida del suelo y de las hojas de las plantas.

La cantidad de agua que puede ser mantenida en el suelo y estar disponible para el uso del cultivo no sólo está determinada por la cantidad de lluvia que cae, sino también por las propiedades químicas y físicas del suelo. Cuando la mayoría de la gente piensa sobre el suelo, piensa en la parte sólida. Pero los poros, o la estructura del suelo son igualmente importantes.

Los suelos difieren en su capacidad para retener el agua y hacerla disponible para los cultivos. Esto depende de:

- La textura del suelo: Las proporciones de arena, limo y arcilla.
- La profundidad del suelo: Los suelos delgados sostienen menos agua que los suelos profundos.
- La estructura del suelo: El espacio entre partículas: poros.
- El contenido de materia orgánica: Una mayor cantidad de materia orgánica significa que puede retener más agua.
- La actividad biológica: Los agujeros que dejan las lombrices de tierra, por ejemplo, aumentan significativamente la posibilidad que el agua ingrese al suelo.

6.1 POROSIDAD

El número, tamaño y conexiones entre los poros juegan un papel crucial en la determinación de la cantidad de agua que puede infiltrarse en el suelo, y de la



cantidad de agua que el suelo puede absorber, sostener y proveer a las plantas. Es importante tener interconectados muchos poros de un rango amplio de tamaños, particularmente en la superficie del suelo. Esto mejora la infiltración, reduce la escorrentía y beneficia el desarrollo del cultivo.

El número, el tamaño y la conexión entre los poros del suelo varían de acuerdo al tipo de suelo y la manera en que éste es manejado. Poco se puede hacer por el tipo de suelo, pero un buen manejo de la tierra puede tener un gran impacto en la restitución, mejoramiento y protección de la porosidad del suelo. Esto, a su vez, incrementará el contenido del agua del suelo disponible y los poros interconectados minimizarán cualquier riesgo potencial de anegamiento.

6.2 ESTRÉS HÍDRICO DEL CULTIVO

El estrés hídrico del cultivo se da cuando la planta no puede extraer agua del suelo a través de sus raíces a la misma velocidad con la que pierde humedad de la superficie de sus hojas. Para asegurar que los cultivos sean capaces de utilizar la lluvia disponible, debemos entender el porqué de carencia orgánica, tanto en la superficie como debajo de ella.

El impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie de un suelo desnudo labrado intensivamente puede producir el sellamiento de la superficie y la formación de costras, lo que disminuye la porosidad y limita el nivel de infiltración, propiciando el incremento de la escorrentía. Esta última es responsable de la erosión del suelo y de las crecientes fluviales, que sobrepasan los cauces normales. Sin embargo, esto es una consecuencia de la degradación del suelo, no una causa primaria. Estructuras físicas, como las terrazas o los surcos en contorno, disminuyen la escorrentía y protegen al suelo de la erosión, pero no resuelven el problema de su degradación en la medida que no incrementan la porosidad.

Cualquier tipo de tránsito por el campo, ya sea de la maquinaria, el arado, o las pisadas humanas y de animales, puede agregarle presión al subsuelo, especialmente cuando el suelo está húmedo. La presión destruye los espacios



porosos, en particular el espacio poroso intercomunicado. El suelo se compacta y la infiltración y la capacidad de almacenamiento de agua se reduce. Las raíces de las plantas tienen dificultad para penetrar el suelo compactado y sus sistemas radiculares no desarrollan bien.

La labranza, en particular el voltear el suelo por medio del arado, también puede causar una disminución de la fertilidad del suelo. Esto reduce el contenido de materia orgánica y tiene un efecto negativo sobre la actividad biológica, por ejemplo, destruyendo las galerías formadas por las lombrices de tierra. (Millar, 1993)

6.3 EL PAPEL DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

Los cuatro principios básicos de la Agricultura de Conservación pueden ayudar a lograr y mantener un suelo biológicamente rico, con buena capacidad de absorción. Estos cuatro principios son:

a. Mantenimiento de una cobertura permanente del suelo

Una cobertura permanente del suelo, ya sea con residuos vegetales o cultivos en desarrollo, protege la superficie del efecto negativo del impacto de las gotas de lluvia. Esto reduce la formación de costras y la susceptibilidad a la erosión, y mejora la porosidad en la superficie. También reduce la pérdida directa de agua por la evaporación que se produce en las capas superiores del suelo, estableciendo mejores condiciones para la conservación de la humedad. También mantiene un suministro de alimento continuo para los organismos del suelo, desde microbios hasta gusanos.

b. Minimización de la perturbación mecánica del suelo

Eliminar o reducir la labranza, significa que el suelo no es perturbado y que se evita la pérdida de humedad y la compactación que sigue a la labranza. Esto incrementa la infiltración y la percolación del agua a través del suelo, conduciendo a un mejor desarrollo radicular y al crecimiento del cultivo. También se reduce la



descomposición de la materia orgánica y la consecuente pérdida de humedad por evaporación. Algunas veces se requiere solamente una descompactación para que el suelo vuelva a una mejor condición de inicio. Uno de los impactos más importantes de la minimización de la perturbación del suelo es que esto mejora las condiciones de vida de los organismos benéficos y, con ello, mejora su actividad. Las raíces de los cultivos y los organismos del suelo son responsables de la creación de una red de poros intercomunicados. Estos organismos llevan a cabo la labranza biológica y con ello mejoran la estructura del suelo. Además, la actividad biológica asegura que los residuos de los cultivos sean incorporados al suelo.

c. Control del tránsito en el campo

Es vital asegurar que el tránsito en el campo siga caminos permanentes. De esta manera, la compactación del suelo se restringe a áreas determinadas, año tras año. Cuando esto se combina con la labranza cero o reducida, el resto del campo queda libre de compactación. La porosidad del suelo y la infiltración de agua se maximizan, los gusanos y otros animales del suelo prosperan y no se pierde materia orgánica sino que ésta llega a unirse e integrarse con el suelo.

d. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos y el uso de cultivos de cobertura para incrementar la materia orgánica del suelo reducen la erosión y devuelven la diversidad biológica al suelo. La rotación de diferentes cultivos, con sus diferentes sistemas radiculares, optimiza la red de canales de las raíces, propiciando el incremento de la penetración del agua y la capacidad del suelo para el mantenimiento de la humedad, así como una mayor disponibilidad de agua para uso del cultivo, en suelos más profundos. La rotación de cultivos también mejora la diversidad biológica y ayuda a reducir el riesgo de brotes de plagas y enfermedades. (Shaxson, 2001)



6.4 MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO

Es posible, conocer cuánta agua existe en el suelo, disponible para la planta antes de la siembra. Saber cuánta agua hay disponible para la planta en el suelo puede ayudar a tomar una sabia decisión sobre qué cultivo sembrar. (GARCÍA, 1980)

Se pueden hacer mediciones del contenido del agua del suelo con una variedad de equipos, pero la mayoría de los agricultores tendrán que hacer una estimación basada en el tacto y apariencia de su suelo. Esto variará según la textura y el contenido de humedad del suelo, pero con experiencia, la humedad puede ser estimada con una precisión aproximada de 95%.

Alternativamente, puede efectuarse una prueba de la humedad del suelo para determinar la cantidad de agua que está disponible para las plantas. Ésta es estimada a partir de la profundidad de la calicata. Sin embargo, sus resultados tienen que ser interpretados de acuerdo a la textura del suelo. (DURAN, 2000)

7 LOMBRICULTURA

La lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, su peso total constituye el agua en un 80 a 90%; presenta variaciones de colores debido a los pigmentos protoporfirina y éster metílico. Dicha pigmentación la protege contra la radiación de la luz ultravioleta; tiene forma cilíndrica, con secciones cuadrangulares, variando en cuanto a tamaño, de acuerdo a las especies de 5 a 30 cm de largo y su diámetro oscila entre 5 a 25 mm, variando el número de segmentos de 80 a 175 anillos.

En la actualidad se le está prestando mucha atención a su crianza, desarrollándose nuevos métodos debido a la importancia que tiene en la descomposición de los residuos orgánicos; usándose además como carnada en la pesca, alimento para especies domésticas, producción de humus, reciclaje de estiércol animal, transformación ecológica de materiales biodegradables



producidos por la industria y poblaciones urbanas e industrias farmacéuticas.
(Aranda, 1992)

En las explotaciones comerciales de las lombrices se han trabajado con algunas especies, entre ellas:

Familia	Género	Especie
<i>Megascolecidae</i>	<i>Eodrilus</i>	<i>eugeniae</i>
	<i>Perionyx</i>	<i>excavatus</i>
	<i>Pheretima</i>	<i>hawayana</i>
	<i>Pheretima</i>	<i>asiática</i>
<i>Lumbricidae</i>	<i>Eisenia</i>	<i>foetida</i>
	<i>Lumbricus</i>	<i>rubellus</i>
	<i>Lumbricus</i>	<i>terrestres</i>

Todas ellas pertenecientes a la Clase Oligochaeta o lombrices de tierra.

Características de los anélidos

La taxonomía de la lombriz de tierra, clasificada dentro del reino animal es la siguiente:

Reino: Animal

Sub reino: Metazoos

Tipo: Anélida

Phylum: Protostomía

Clase: Anélida

Orden: Oligochaeta

Familia: Lumbricidae

Especies: *L. rubellis*, *L. terrestris*, *E. foetida*

En condiciones naturales o con bajo nivel de disturbio en la vegetación original, se ha demostrado que en la interdependencia planta-microorganismo ha contribuido al mantenimiento, funcionamiento y la estabilidad de los ecosistemas y como



consecuencia en la diversidad de las especies en las comunidades vegetales.
(Legall, 1993)

Agronómicamente, la parte aérea de las plantas ha recibido más atención para su estudio en comparación con el sistema radical; aun cuando existe una estrecha interdependencia entre ambos órganos. El sistema radical ha sido llamado el componente olvidado, la mitad escondida, aunque para muchas plantas representa mucho más que la parte aérea.

En la actualidad, encontramos explotaciones agrícolas con diferente nivel de deterioro en su rizosfera y este nivel depende de la intensidad, frecuencia y duración de las aplicaciones de agroquímicos.

En la agricultura nacional, los estudios sobre nutrición de los cultivos ha seguido dos grandes vertientes; se ha enfocado a la evaluación de los fertilizantes químicos sintéticos, y la otra, a la exploración de la capacidad que tiene algunos microorganismos para mejorar la nutrición de las plantas y combatir algunos patógenos en el suelo. Además, se ha puesto de manifiesto el interés de la fermentación de los residuos orgánicos para abonar los cultivos; mediante el desarrollo de composta o bien con la utilización de lombrices para su descomposición. (López, 1999)

Los microorganismos benéficos para la agricultura son muchos y desarrollan sus funciones bajo la influencia de las raíces de las plantas. La raíz, además de las funciones de anclaje, absorción y transporte de agua y nutrimentos al sistema vascular, pone a la planta en contacto con la rizosfera, es decir, la zona del suelo que rodea a las raíces de las plantas donde abundan los microorganismos, que incluye especialmente la región del crecimiento en la raíz donde se da un flujo de compuestos orgánicos que sirven a los microorganismos como fuente de carbono. La fuente de carbono puede ser los residuos de células liberados por la lisis de células viejas de la epidermis, el mucilago y los exudados radicales de bajo peso molecular. Además de las fuentes de carbono, los microorganismos obtienen de la rizosfera, agua, condiciones favorables de O₂ y mayor acceso a minerales como



molibdeno, hierro, calcio, potasio y magnesio. La rizosfera se extiende desde la superficie de la raíz hasta 2mm fuera y sus condiciones fisicoquímicas y biológicas difieren en muchos aspectos del resto del suelo situado a cierta distancia. (Aguirre-Medina, 1990)

Las *Micorrizas* difieren entre sí en sus características morfológicas (Fig. 1) y, de acuerdo con la formación de sus estructuras, dentro o fuera de la planta, se han descrito siete tipos siguiendo criterios estructurales, funcionales y taxonómicos y son: *Ectomicorrizas*, *Endomicorrizas* o *Micorrizas Arbusculares* (MA), *Ectoendomicorrizas*, *Arbutoides*, *Monotropoides*, *Ericoides* y

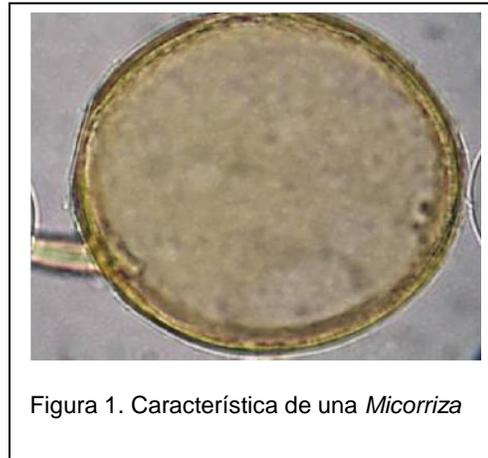


Figura 1. Característica de una *Micorriza*

Rquidioides. Los hongos micorrízicos más usados como biofertilizante son los endófitos (*Endomicorrizas*), que tienen la propiedad de penetrar en la corteza de la raíz (no pasan banda de caspari) y su micelio se extiende hacia el exterior con las hifas y son capaces de explorar mayor volumen de suelo y llegar a sitios donde la raíz no puede explorar. (Peña del Río, 2007)

7.1 CRIANZA

La lombriz roja californiana *Eisenia foetida* Sav., es de las especies que más se adaptan a su crianza en cautiverio (Fig.2); aunque también otras especies, como la Linda andaylina y Roja ayacuchana, tienen similar comportamiento. La crianza y manejo intensivo de la lombriz de tierra, es una actividad que se desarrollan en todo el mundo, ellas realizan una de las actividades



Figura 2. Crianza en Cautiverio

más beneficiosas en la explotación pecuaria, mejorando la fertilidad de los suelos.



E. foetida, es la especie más utilizada en cultivo intensivo, se le puede cultivar en pequeña y gran escala, bajo techo o a la intemperie, con diversos climas, tipos de alimento y altitudes.

Para la crianza de la lombriz *E. foetida*, es necesario contar con algunas herramientas como pala, azadón, zaranda para separar lombrices, mangueras, PVC, substrato, un operador y carreta de mano para transporte del alimento. (Dávila, 1991)

Es necesario dejar por lo menos un área (437 m²) de terreno para dedicarse a la Lombricultura; utilizando los materiales disponibles que hay en la finca, como alambre de púas y alambre de amarre se prepara una ramada o tendal, que servirá para proteger como techo las camas donde se sembrarán las lombrices

Para la crianza de la lombriz debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Preparación de arriates o camas de crianza. (Fig.3)
- Preparación del substrato. (Fig.4)
- Siembra de lombrices. (Fig.5)
- Manejo de arriates o camas. (Fig.3)
- Cosecha de humus de lombriz. (Fig.5)
- Temperatura, humedad, pH.
- Riego disponible (Fig.6)



Figura 3. Camas de Crianza, Manejo de arriates o camas



Figura 4. Preparación del substrato, en base a materia orgánica, en este caso el estiércol es la materia más usada



Figura 5. Siembra de Lombrices, Cosecha de pie de cría para establecimiento



Figura 6. Riego Disponible



Dentro del cultivo, el objetivo es criarlas con fines de producción de humus o bioabono para poder devolverlo a la finca, mejorar suelos, y aumento de la productividad de las parcelas.

Con el trabajo eficiente de una persona, dos horas por la mañana y una hora por la tarde, se puede manejar hasta una tarea del cultivo. (PADILLA, 2003)

Generalmente las camas se ubican en la misma dirección de los vientos dominantes.

El terreno donde se realice la explotación debe ser de topografía plana y con buen drenaje; alejado de otros cultivos, para evitar contaminación por uso de productos químicos y otras sustancias tóxicas.

7.2 DENSIDAD DE SIEMBRA

Dependiendo del substrato a utilizar como alimento, así será la reproducción a obtener.

Al utilizar 5 a 10 kg de lombrices (1 kg = 1200 a 1750 lombrices/m³ aproximadamente) se obtiene humus a los 2 ó 2.5 meses.

Es la cría intensiva de lombrices especialmente adaptadas para vivir en condiciones de alta densidad (40.000 lombrices por m²) y que comen todo tipo de material biodegradable. La especie utilizada es la lombriz roja.

El abono producido por la lombriz se denomina humus, lombrinaza o lombricompos; se utiliza para la recuperación de suelos y nutrición de praderas. Igualmente la lombriz puede utilizarse como subcomplemento proteico en la alimentación animal (Legall, 1993)

7.3 IMPLEMENTACION DE UN LOMBRICULTIVO

Si el lombricultivo se establece con el fin de obtener como producto principal la lombriz roja californiana, se pueden utilizar pequeñas cajas de madera de unos 50 cm de largo por 30 cm de ancho y 25 cm de altura; esta caja debe tener algunos



orificios para drenar el agua. También se pueden utilizar cajas plásticas, especiales para Lombricultura. Para explotaciones en las cuales, el producto principal a obtener sea el humus o lombricompos, se pueden seguir las siguientes recomendaciones:

✓ Camas o lechos

Las dimensiones más recomendadas son camas de 1 metro de ancho debido a la facilidad de manejo, en cuanto al largo depende del terreno y el tipo de explotación. Para el montaje se recomienda tener en cuenta las calles entre camas, para facilitar el desplazamiento de una carreta manual

✓ Construcción de camas

Se pueden construir en esterillas, maderas, guaduas, tablas, ladrillos, etc., pero es importante tener en cuenta los drenajes y la exposición al sol.

✓ Sustrato o material de llenado de la cama

Inicialmente se coloca sobre la cama una capa de aproximadamente 5 cm de fitomasa (residuos vegetales), luego se colocara otra capa de 5 cm de zoomasa (6 partes estiércol + 4 partes fitomasa).

✓ Siembra de las lombrices

La densidad de siembra recomendada es de 2.5 kilos por metro cuadrado de lombrices, los cuales se regaran a lo largo y ancho de la cama y luego se cubrirán con tamo o una fibra de origen vegetal (costales, cabuya, tamo).

✓ Alimento

Se debe tener en cuenta una buena alimentación que garantiza una buena reproducción y la calidad del humus, por eso es importante realizar bien la mezcla de fitomasa y zoomasa. Las lombrices se deben alimentar 2 veces por semana,



colocando sobre las camas el sustrato en capas de 5 a 10 cm, no excederse por que las capas grandes aumentan la temperatura de la cama.

✓ Cosecha

Las lombrices se dejan sin alimento por espacio de ocho días. Posteriormente se coloca comida fresca en un sitio escogido de la cama y las lombrices se ubicaran en ese espacio luego se retira el humus y se extiende sobre un plástico donde las lombrices que todavía están en él huyen de la luz y se ubican en el fondo donde se pueden recoger fácilmente

✓ El humus

También conocido como tierra nueva, bioabono, lombricompuesto, etc., una vez cosechado se debe proceder a secarlo, cernirlo y escoger algunos huevos y lombrices pequeñas que aun se encuentran en él. La dosis de humus recomendada para mejorar las condiciones de los suelos es de 4 toneladas por hectárea cada 2 años.

✓ Control de plagas y enfermedades

El mejor control de plagas y enfermedades en la cama es el manejo adecuado de la alimentación y de la humedad. Para evitar el ataque de animales domésticos es necesario cerrar el lote donde están ubicadas las camas. Las plagas que más afectan el cultivo de lombriz son las hormigas y los ratones, las cuales se pueden controlar haciendo una zanja alrededor de la cama y llenándola con aceite quemado, cal o ceniza. Si el ataque es muy fuerte la solución es levantar la cama. (Pineda, 1977)

7.4 MANEJO

El éxito del buen manejo consiste en la dedicación e importancia que se le dé al cultivo, en la revisión diaria de las camas, para asegurar las condiciones óptimas necesarias de la lombriz y la alimentación adecuada que se le suministre. Recordemos que de los animales que utiliza el hombre en la actividad



agropecuaria, la lombriz de tierra realiza una de las labores más beneficiosas, consumiendo los residuos vegetales y estiércoles para luego excretarlos en forma de humus, bioabono de gran importancia en la fertilidad de los suelos y al mismo tiempo que puede utilizarse en la alimentación animal como proteína, harina u alimento fresco. (Tineo, 1994)

7.5 PRODUCCION DE HUMUS

El humus de lombriz (Fig.7) está compuesto por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, elementos menores y presencia de microorganismos, dependiendo del tipo de sustrato que se ofrezca.

El humus presenta algunas características o ventajas como ser: capacidad de retención del agua, mejora la estructura del suelo, actúa



Figura 7. Humus de Lombriz

como cemento de unión entre las partículas de suelo, mayor intercambio gaseoso, mayor actividad de microorganismos del suelo, oxidación de la materia orgánica; disponibilidad de nutrientes para las plantas, modera cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos, protege de enfermedades fungosas y bacterianas a los cultivos; también tiene propiedades hormonales de crecimiento vegetal y por ende del sistema radicular.

Para cosechar el humus es necesario pasarlo por un tamiz fino y al cosecharse puede empacarse en bolsas de polietileno de 5 kg y que tenga aireación para venderse en el mercado, el residuo más grueso se integra al suelo.

El humus: es un coloide carente de estructura cristalina, es decir, amorfa (sin forma), muy compleja, esencialmente de naturaleza lignoproteica, de un elevado peso molecular, polímera y sin organización biológica, de color oscuro, con una relación C/N aproximadamente ente 10-112, posee una elevada capacidad de intercambio cationiónico y generalmente de reacción ácida. (Tineo, 1991)



8 BIOABONO

El biocompost o bioabono, se define como el producto resultante de someter a un proceso de fermentación controlado, a una serie de residuos orgánicos, sólidos o semisólidos y obtener al cabo de un tiempo, relativamente corto, (6-8 semanas); un material semihumificado, libre de plagas y patógenos, pero rico en microorganismos benéficos al suelo y con una amplia gama de macro y micro elementos disponibles para la nutrición de las plantas. La elaboración de bioabono, a partir de desechos orgánicos, su biodegradación y estabilización en materiales no contaminantes y la posterior utilización por parte de caficultores/as y agricultores/as entre otros, como fuente de nutrientes para las plantas.

La descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo por la actividad de microorganismos aeróbicos presentes en el substrato, entre ellos las bacterias del género *Bacillum* y los hongos mesófilos y termófilos que actúan en temperaturas entre 20 y 40 °C. (López, 1999.)

8.1 IMPORTANCIA DEL BIOABONO

El bioabono es importante porque mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

El bioabono es rico en microorganismos benéficos del suelo y con una amplia gama de macro y micro elementos disponibles para la nutrición de la planta. (Dalzell, 1991.)

Entre otros beneficios del bioabono están:

- Aumento notable en el peso fresco y en la longitud del tallo de las plántulas (Valencia, 1972)
- Disminuye la mancha de hierro (*Cercóspora coffeicola*) (Cadena, 1983).
- Mejora valores en peso seco y altura de planta (Salazar, 1992).



- Mejora la permeabilidad, erosión, retención de humedad, inactiva los residuos de plaguicidas, incrementa y diversifica la flora microbiana, (Legal, 1997).
- Reduce los costos por insumos de fertilización hasta en un 40% en los primeros cuatro años y en almácigos hasta un 30%, (Medina, 1999).
- Mayor intercambio gaseoso, mayor actividad de microorganismos, aumento oxidación de materia orgánica, mayor defensa de los cultivos de hongos o bacterias tóxicas, presenta un comportamiento como hormona fitoreguladora de crecimiento.

8.2 SUBSTRATOS

El tipo de sustrato a ofrecer, la calidad, el precomposteo y algunos factores ambientales como temperatura, humedad y pH, son básicos para poder mantener un pie de cría de lombriz roja californiana y obtener un buen material resultante de alta calidad llamado abono orgánico o bioabono.

En el sustrato están presentes micro-organismos que aceleran la descomposición; éstos pueden ser bacterias u hongos aeróbicos que actúan en todo el proceso de transformación. (Durán, 2007)

8.3 HUMEDAD

Mantener la humedad de 80%; por debajo del 70% es desfavorable.

La lombriz puede vivir temporalmente en condiciones de mucha humedad, pero no trabaja en la descomposición ni se reproduce.

Es básico recordar que la humedad de 80% controla la plaga, hormigas que se acercan por los azúcares que produce la lombriz al deslizarse por las galerías del sustrato. (Grajeda-Cabrera, 2007)

8.4 TEMPERATURA

Eisenia foetida vive sin problemas en ambientes con temperatura de 10 y 25 °C; a < 10 °C y temperaturas > 30 °C, no hay producción de cápsulas, por lo que las temperaturas son factores importantes que influyen en la producción y fecundidad de cápsulas.



En cuanto a la fecundidad, se encontró que en temperaturas controladas de 15 °C, 20 °C y 25 °C, eclosionan 2.6, 3.1 y 2.7 lombrices por cápsula respectivamente, por lo que la temperatura óptima es de 20 °C. (Irizar-Garza, 2000)

8.5 PH

La alcalinidad o la acidez, es un factor determinante en el sustrato para que interactúen factores en su descomposición y específicamente para la reproducción de la lombriz roja californiana.

El pH está determinado por la humedad y la temperatura, la lombriz acepta de 5 a 8.4; siendo el ideal de 7 (neutro). Sí el pH es ácido, la lombriz entra en una etapa de dormición y se desarrolla una plaga llamada planaria.

El pH ácido se puede corregir con una aplicación de carbonato de calcio (cal común); aproximadamente 2 oz/m². Sí el pH está alto, se agrega papel periódico picado. No importa la procedencia mezclándolo en el sustrato de bovinos 15 días antes de que esté precompostado. (Pastrana-Aponte, 2000)

9 SUELO

El suelo es una mezcla de minerales, materia orgánica, bacterias, agua y aire. Se forma por la acción de la temperatura, el agua, el viento, los animales y las plantas sobre las rocas. Estos factores descomponen las rocas en partículas muy finas y así forman el suelo.

Existen muchas clases de suelo. Esto se debe a que las rocas, el clima, la vegetación varían de un sitio a otro.

El suelo se compone de tres capas:

- Suelo o capa superior
- Subsuelo
- Roca madre



La capa superior es la de mayor importancia para el hombre. Esta capa contiene los alimentos que la planta necesita. Sin la capa superior o suelo no podría existir la vida. Es de color más oscuro porque tiene materia orgánica que son hojas, tallos y raíces descompuestas. La fertilidad del suelo depende de esta capa. Los agricultores que conservan el suelo tienen mejores cosechas. El subsuelo: está debajo de la capa superior. Este contiene alimentos, pero en una forma que las plantas no pueden usarlos fácilmente. (GARCÍA, 1980)

9.1 TIPOS DE SUELO

Suelos Arcillosos: Están formados fundamentalmente por arcilla (Fig. 8). La arcilla está constituida fundamentalmente por silicato de aluminio hidratado. Es un tipo de suelo que, cuando está húmedo o mojado, resulta pegajoso pero, cuando está seco es muy fino y suave dado que la arcilla está formada por partículas



Figura 8. Suelo Arcilloso

diminutas de menos de 0.005 milímetros de diámetro. Desde un punto de vista de la textura, tiene consistencia plástica y puede ser modelado. Son suelos que, para la agricultura, se conocen como suelos húmedos y pesados. Son muy impermeables dado que no dejan pasar el agua o el aire, todo ello propicia que sean suelos donde el agua se estanque con facilidad por lo que en este tipo de suelo se necesita realizar un sistema de drenaje adecuado porque, después de las lluvias el agua queda retenida en la superficie. Presentan un color marrón oscuro.

Los suelos arcillosos, al secarse, quedan muy compactos y duros y se caracterizan por la aparición de grietas. La ventaja principal es que son suelos que conservan fácilmente la forma que les damos al trabajarlos. (Álvarez, 1974)

Sabemos que se trata de un suelo arcilloso porque cuando tomamos un pedazo del mismo en las manos, podemos hacer fácilmente una bola. Igualmente, si colocamos un trozo de esta materia entre los dedos pulgar e índice y la trabajamos



con ambos de dos, podemos realizar cintas de hasta 5 cm con este tipo de tierra. Podemos decir que nos recuerda a la textura del chicle.

Algunas plantas adecuadas para este tipo de suelos son la menta, la melisa, la consuelda, la salicaria, el sauce, el nogal, el brezo, etc.

Suelos Limosos: Son los suelos que contienen una proporción muy elevada de limo (Fig. 9). Es un tipo de suelo muy compacto, sin llegar a serlo tanto como los arcillosos. Estos suelos resultan producidos por la sedimentación de materiales muy finos arrastrados por las aguas o depositados por el viento. Suelen presentarse junto a los lechos de los ríos y son muy fértiles.



Figura 9. Suelo Limoso

Sabemos que se trata de suelos limosos porque, al igual que los arcillosos, permiten formar bolas aunque estas se rompen con facilidad. A diferencia de los arcillosos no nos permiten formar cintas entre los dedos. Entre las plantas que podemos plantar en este tipo de suelos se encuentran: el arroz, la lechuga. (Molina, 1972)

Suelos Arenosos: El suelo arenoso es el que está formado principalmente por arena (Fig. 10). La arena son partículas pequeñas de piedra de carácter silicio con un diámetro entre 0.02 y 2 mm. A diferencia de la arcilla cuando esta húmeda o mojada no se engancha. Los suelos arenosos no retienen el agua que rápidamente se hunde a capas más profundas.

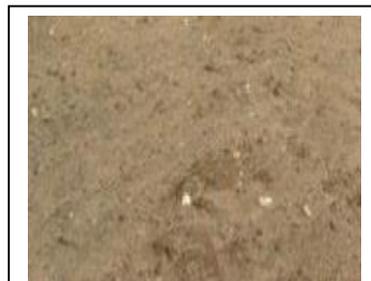


Figura 10. Suelo Arenoso

Son suelos considerados secos en donde hay muy poca humedad. A diferencia de los suelos anterior requieren un riego continuado y un trabajo constante si queremos darle una forma determinada porque la pierden con facilidad.



Sabemos que se trata de este tipo de suelo porque al coger un poco de él entre los dedos, somos incapaces de formar una bola. Este tipo de tierra, por mucho que lo manipulemos, seguirá estando suelto. (Moral, 1999)

Suelos Margosos: El suelo margoso es un suelo compuesto de arcilla, limo y arena con abundante cantidad de materia vegetal descompuesta (humus). Se trata de un suelo que presenta un color oscuro poco apelmazado y ligero (Fig. 11). Podríamos decir que presenta las características positivas de los tres suelos anteriores: mantiene la suficiente humedad pero, al mismo tiempo, permite la permeabilidad hacia las capas inferiores. Es el tipo de suelo preferido por los jardineros. Muchas hierbas medicinales y aromáticas reconocidas pueden crecer en este tipo de suelos, por ejemplo: el coriandro, la albahaca, la milenrama, el eneldo, el saúco.



Figura 11. Suelo Margoso

Suelos Gredosos: Un suelo gredoso es aquel que procede de la descomposición de las cretas o piedras calizas que contienen mucho carbonato cálcico. Es un tipo de tierra ligero y con un buen drenaje. Presenta un color marrón claro o blanquecino (Fig. 12). Entre las plantas medicinales o aromáticas que prefieren este tipo de suelos se encuentran: el orégano, el enebro, la salvia, el hisopo, el hinojo, etc.



Figura 12. Suelo Gredoso

Suelos Pantanosos: Se considera que un suelo es pantanoso a aquel que se ha formado en lugares que se encuentran habitualmente inundados. Son suelos que tienen muy poca riqueza mineral y con una acidez muy elevada. Su color es negro. Entre las plantas que viven bien en este tipo de suelos se



Figura 13. Suelo Pantanoso



encuentran: la valeriana, el junco, el sauce, la cola de caballo, o la anea o las plantas carnívoras en general. (Moral, 1999)

9.2 TEXTURA Y ESTRUCTURA DEL SUELO

TEXTURA: La textura está determinada por el tamaño de las partículas que lo forman. Hay tres tipos de textura: arenosa, mimosa y arcillosa.

ESTRUCTURA: Las partículas del suelo son de formas irregulares y dibujan entre ellas pequeños espacios llamados poros. Los poros contienen agua o aire. El suelo es permeable cuando el agua se infiltra con facilidad a través de sus partículas. (Fig. 13)

El suelo más conveniente es aquel que tiene poros grandes que permiten la filtración de la lluvia, buena aireación y drenaje más fuerte. Los poros chicos aseguran mayor retención del agua.

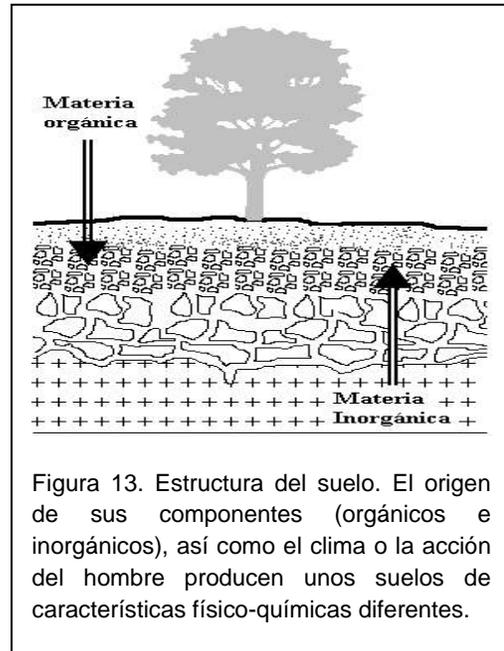


Figura 13. Estructura del suelo. El origen de sus componentes (orgánicos e inorgánicos), así como el clima o la acción del hombre producen unos suelos de características físico-químicas diferentes.

El suelo también se puede clasificar por sus características químicas, por su poder de absorción de coloides y por su grado de acidez (pH), que permite la existencia de una vegetación más o menos necesitada de ciertos compuestos. (BAK, 1974)

Los suelos no evolucionados son suelos brutos, muy próximos a la roca madre y apenas tienen aporte de materia orgánica. Son resultado de fenómenos erosivos o de la acumulación reciente de aportes aluviales. De este tipo son los suelos polares y los desiertos, tanto de roca como de arena, así como las playas. (Álvarez, 1974)

Los suelos poco evolucionados dependen en gran medida de la naturaleza de la roca madre. Existen tres tipos básicos: Ránker, Rendzina y los suelos de estepa. Los suelos Ránker son más o menos ácidos, como los suelos de tundra y los



alpinos. Los suelos Rendzina se forman sobre una roca madre carbonatada, como la caliza, suelen ser fruto de la erosión y son suelos básicos. Los suelos de estepa se desarrollan en climas continentales y mediterráneos submarinos. El aporte de materia orgánica es muy alto. Según sea la aridez del clima pueden ser desde castaños hasta rojos.

En los suelos evolucionados encontramos todo tipo de humus, y cierta independencia de la roca madre. Hay una gran variedad y entre ellos se incluyen los suelos de bosques templados, los de regiones con gran abundancia de precipitaciones, los de climas templados y el suelo rojo mediterráneo. En general, si el clima es propicio y el lugar accesible, la mayoría de estos suelos están hoy ocupados por explotaciones agrícolas (Cuadro 1). (Hemin, 1972)

La FAO modificó su propia respuesta de evaluación del uso de las tierras (plateada en 1976) y en 1993 mencionó la necesidad de considerar la sostenibilidad como medida real para la planeación en el uso de los suelos dentro del marco del desarrollo sostenible.

Cuadro 1. Tierras Adecuadas para el Cultivo

Clase	Características	Usos Principales	Usos Secundarios	Medidas de conservación
Tierras adecuadas para el cultivo				
I	Tierra excelente, plana y bien drenada	Agricultura	Recreación, vida silvestre, pastura	Ninguna
II	Buena tierra con limitaciones menores, como pendiente ligera, suelo arenoso o drenaje deficiente	Agricultura, pastura	Recreación, vida silvestre, pastura	Cultivo de franjas, labranza en contorno
III	Terreno moderadamente bueno con limitantes importantes en suelo, pendiente o drenaje	Agricultura, pastura, cuenca colectora	Recreación, vida silvestre, industria urbana	Labranza en contorno, cultivo de franjas, vías fluviales, terrazas
IV	Tierra regular, limitaciones severas en suelo, pendiente o drenaje	Pastura limitada, huertos, agricultura limitada, industria urbana	Pastura, vida silvestre	Labranza en contorno, cultivo de franjas, vías fluviales, terrazas



9.3 MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO

Para el manejo y conservación del suelo se ofrecen diversas alternativas, como la labranza de conservación, el manejo de residuos, la labranza limitada o agricultura sin labranza. A continuación se describen algunos métodos de conservación de suelos.

- a. Terrazas: Son los terraplenes formados entre los bordos de tierra, o la combinación de bordos y canales construidos en sentido perpendicular a la pendiente del terreno. (Fig. 14)
- b. Surcado al contorno: es el trazado de los surcos en forma perpendicular a la pendiente natural del terreno, siguiendo las curvas de nivel. (Fig. 15)
- c. Franjeado: Consiste en sembrar franjas de cultivos alternados (por ejemplo maíz y alfalfa), variando así la velocidad de infiltración del agua, con lo que se evita su pérdida por escurrimientos y se disminuye la erosión del suelo. (Fig. 16)
- d. Agrosilvicultura: Se basa en los mismos principios que el franjeado, pero alterna cultivos herbáceos con franjas de arbustos o árboles para reducir la erosión tanto hídrica como eólica, con lo que se estabiliza física y químicamente el suelo, se proporciona sombra (que reduce la pérdida de agua por evaporación), se retiene y libera con lentitud la humedad del suelo y se logra producir alimento para ganado, además de frutos y leña.
- e. Rotación de Cultivos: Es la sucesión de cultivos diferentes en ciclos continuos sobre un área de terreno determinada. (Fig. 18)
- f. Setos Vivos: Se llama a las cortinas, generalmente de árboles. Que rodean un área de cultivo, fungiendo como rompevientos. (Fig. 19)
- g. Reforestación: Es la reposición de la vegetación arbórea que existió en un área determinada, ya sea por reposición natural o artificial. (Fig. 20)
- h. Aplicación de Mejoradores del Suelo: La aplicación adecuada de residuos orgánicos naturales y algunos compuestos químicos pueden ayudar a restituir parte de los nutrientes que se extraen durante los cultivos (Fig. 21). (Durán, 2000)

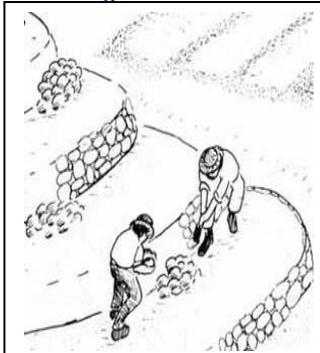


Figura 14. Terrazas de Piedra



Figura 15. Surcado al Contorno



Figura 16. Franjas de Campo de Cultivo



Figura 17. Agrosilvicultura

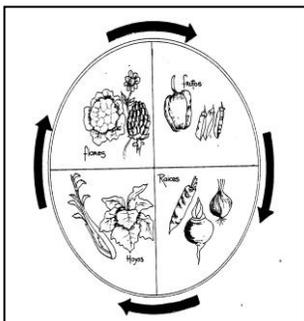


Figura 18. Rotación de Cultivos



Figura 19. Setos Vivos



Figura 20. Reforestación



Figura 21. Aplicación de Mejoradores de Suelo

9.4 COMPONENTES DEL SUELO

Desde el punto de vista agrícola el suelo es aquella parte de la corteza terrestre que se encuentra por encima del manto subterráneo de rocas y donde las plantas pueden desarrollar las raíces. El suelo está compuesto por una mezcla de partículas de diferente origen cuya composición, naturaleza y características es muy compleja. (Fig. 22)

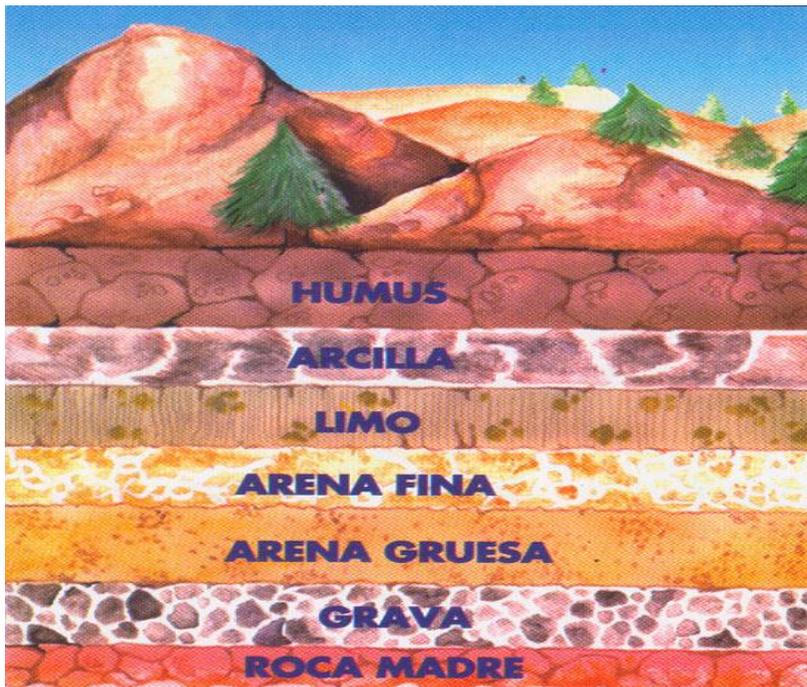


Figura 22. Componentes del Suelo

9.5 ESTRUCTURA DEL SUELO

El suelo se compone de tres capas:

- Suelo o capa superior.
- Subsuelo.
- Roca madre.

La capa superior es la de mayor importancia para el hombre. Esta capa contiene los alimentos que la planta necesita. Sin la capa superior o suelo no podría existir la vida. Es de color más oscuro porque tiene materia orgánica que son hojas, tallos y raíces descompuestas. La fertilidad del suelo depende de esta capa. Los agricultores que conservan el suelo tienen mejores cosechas. El subsuelo: está debajo de la capa superior. Este contiene alimentos, pero en una forma que las plantas no pueden usarlos fácilmente. La roca madre: está debajo del subsuelo.



Es una capa de piedra de la cual la planta no puede tomar el alimento. Esta es la que da origen al suelo. (BAK, 1974)

La estructura del suelo es el estado del mismo, que resulta de la granulometría de los elementos que lo componen y del modo como se hallan éstos dispuestos. La evolución natural del suelo produce una estructura vertical “estratificada” (no en el sentido que tiene estratificación en ecología) a la que se conoce como perfil. Las capas que se observan se llaman horizontes y su diferenciación se debe tanto a su dinámica interna como al transporte vertical.

El transporte vertical tiene dos dimensiones con distinta influencia según los suelos: La lixiviación o lavado la produce el agua que se infiltra y penetra verticalmente desde la superficie, arrastrando sustancias que se depositan sobre todo por adsorción.

La otra dimensión es el ascenso vertical por capilaridad, importante sobre todo en los climas donde alternan estaciones húmedas con estaciones secas. Se llama roca madre a la que proporciona su matriz mineral al suelo. Se distinguen suelos autóctonos, que se asientan sobre su roca madre y representan la situación más común, y suelos alóctonos, formados con una matriz mineral aportada desde otro lugar por los procesos geológicos de transporte. (Villagrana, 2000)

10 TOMA DE MUESTRA Y TRANSPORTE

10.1 DATOS DE LA MUESTRA

El suelo comiteco, composta y ácido húmico (Fig. 23) fue recolectada 12 de junio del 2012 de uno de los terrenos de CONAGUA, ubicado en DTT011 Margaritas-Comitán. La cantidad de muestra fue de 4 kilos de suelo, 1 kilos de composta y 1 ½ de humus líquida.



Figura 23. Ácido Húmico

10.2 TOMA DE MUESTRA

Se debe tener mucho cuidado en donde tomar la muestra, pues la aplicación de fertilizante localizado o en banda, o donde ya se mantuvo siembra genera una gran variabilidad en el terreno.

Antes de iniciar el muestreo se debe elaborar un plano o croquis del terreno en el cual se separan áreas con cierto grado de uniformidad (ver ejemplo de la Fig. 25), después de hacer una somera inspección del terreno. Para definir las unidades de muestreo, se toma en cuenta: 1) el color del suelo, 2) la presencia de áreas con problemas de salinidad y/o sodicidad, 3) textura, 4) pendiente del terreno, 5) condición general del cultivo anterior, 6) historial de cultivos (cultivos anteriores y rendimientos por varios años), 7) uso de mejoradores tales como yeso, encalado o la adición de materia orgánica. A esta área homogénea



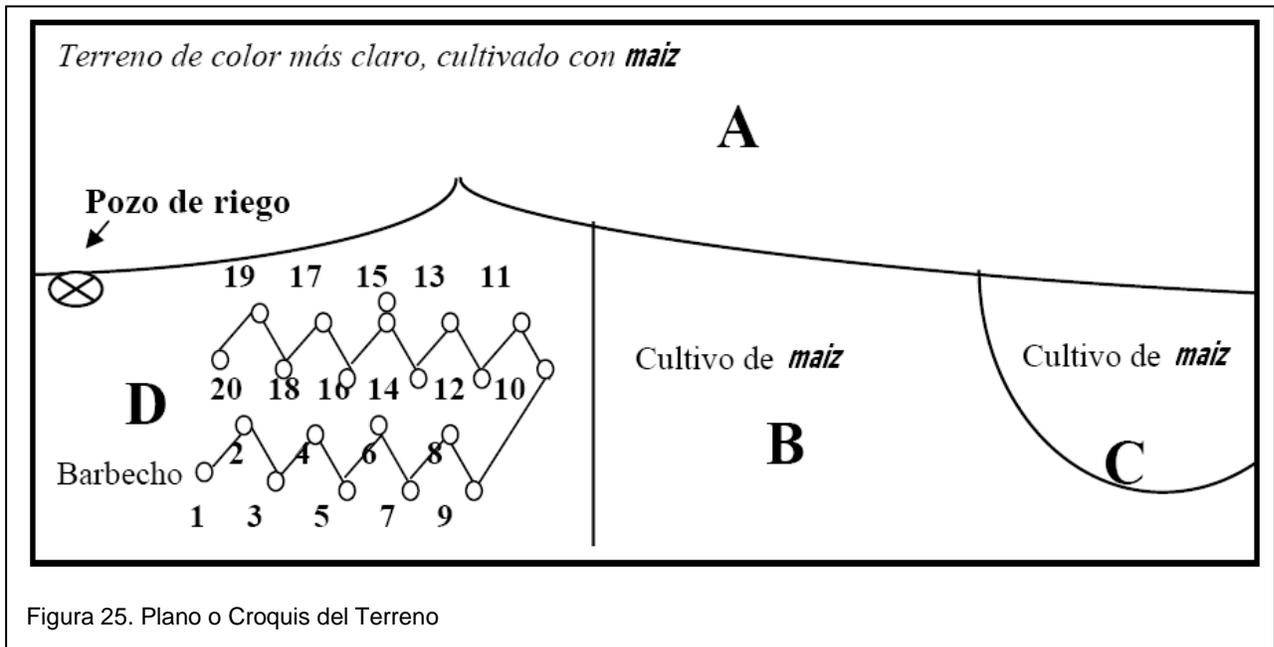
Figura 26. Muestreo por Profundidad

también se le denomina unidad de muestreo. No es conveniente mezclar las muestras de dos lotes. Es recomendable que las áreas homogéneas o lotes de muestreo no sean mayores de 10 ha para reducir la variabilidad natural del terreno.

Hacer un muestreo por profundidad, de 0 - 24, 24 - 44, 44 - 120 y 120 - 200 cm (Fig. 26). El conocimiento de las condiciones del subsuelo es muy útil para determinar si es conveniente el barbecho o el cinceleo o si el terreno responde bien a la labranza cero. En la capa superficial es mayor el contenido de materia



orgánica que en el subsuelo y es en este estrato donde se lleva a cabo la mayor extracción de nutrimentos, por lo que es el que preferentemente se muestrea.



10.3 RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA DE SUELO

La recolección de la sub-muestra se puede hacer con una barrena que permita que las sub-muestra tengan el mismo volumen de suelo muestreado (misma profundidad y espesor) y que su volumen sea pequeño para facilitar la formación de la sub-muestra compuesta, que sea fácil de limpiar, de preferencia de acero inoxidable (Fig. 27). La ventaja de hacer un muestreo con pala es que se pueden conservar algunos agregados que son útiles para algunas determinaciones físicas. Por otro lado, una barrena permite un muestreo más rápido, económico, sistemático y en ocasiones más homogéneo; así mismo, se facilita el muestreo a la profundidad que se requiera.

En cuanto al procedimiento de muestreo es recomendable no tomar muestras cercanas a las orillas del predio donde suele haber exceso o falta de fertilización, debido a las vueltas y operación de la maquinaria en tales sitios. Se recomienda retirarse de las orillas del predio al menos 20 m, así como de árboles, cercos o sitios inusuales. Las sub-muestras normalmente se colocan en una cubeta de

plástico marcada con la profundidad de muestreo, cuando se toman muestras de más de un estrato.

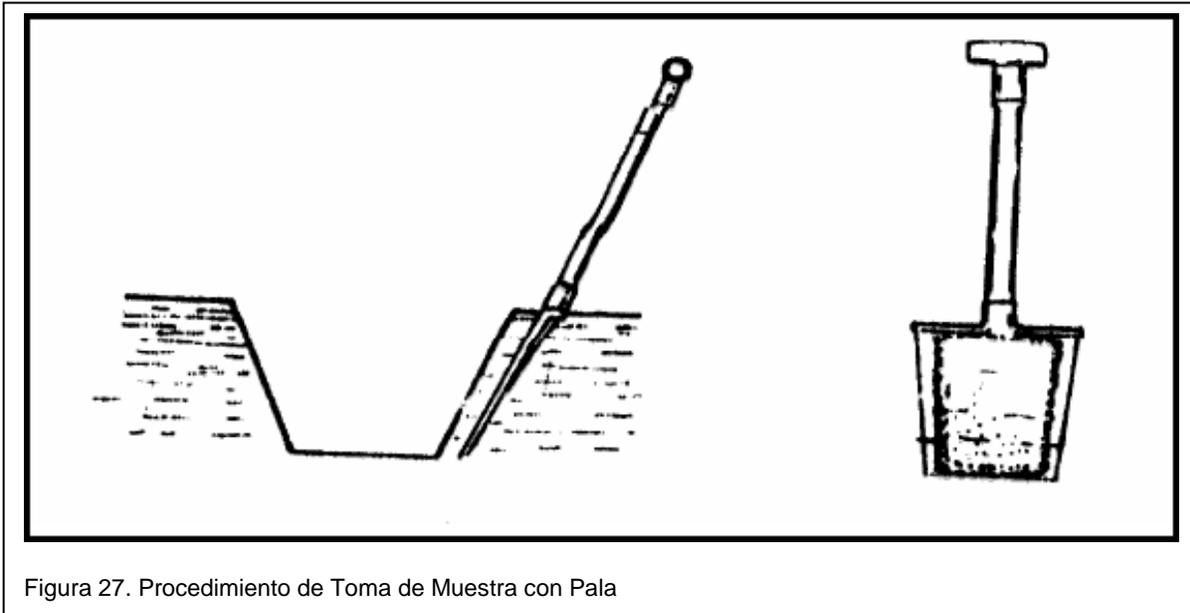


Figura 27. Procedimiento de Toma de Muestra con Pala

10.4 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA COMPUESTA

Una vez tomadas todas las sub-muestras de la unidad de muestreo, se mezclan cuidadosamente y se forma una muestra grande, la cual representa la unidad muestreada; ésta se reduce a un peso aproximado de 3 kg mediante el sistema de “cuarteos diagonales” (Fig. 28). Preferentemente hay que secar la muestra (sol o sombra) antes de reducirla para que el proceso de mezclado y cuarteo se realice más eficientemente. Una vez seca es vaciada en un plástico o en un piso de cemento limpio, libre de todo residuo de fertilizantes. Allí es mezclada con cuidado para homogeneizarla y esta se distribuye en un círculo y se divide en cuatro cuadrantes. Se eliminan los cuadrantes opuestos y los otros dos se continúan mezclando de nuevo; éste procedimiento se repite hasta reducir la muestra a solo 1 kg de suelo.

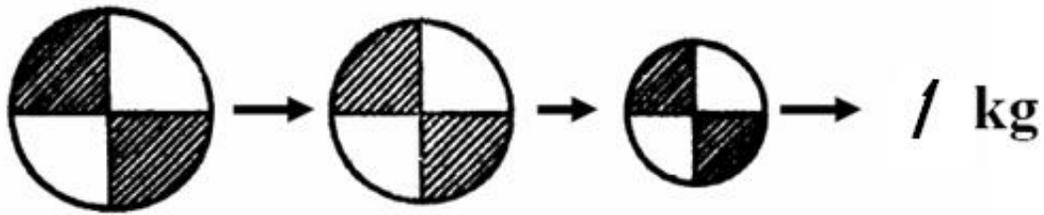


Figura 28. Procedimiento de Elaboración de la Muestra Compuesta por medio de Cuarteos Diagonales

Para la muestra de la composta se debe tomar sub-muestras por cada cama de la pila de composta desde la superficie hasta una profundidad de 25 cm, las submezclas se mezclan, se homogenizan y de ahí se toma una muestra de 1Kg para su análisis. Luego esta muestra se deberá introducir en una bolsa plástica cerrada. La composta se muestreo por cama un kilos (10 camas) y se mezclaron y se extrajeron 1 kilos de muestra total.



11 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL REPRESENTATIVO

En relación a la fertilidad del suelo, son moderadamente ácidos; el horizonte superficial es rico en materia orgánica pero los inferiores son pobres, son pobres en carbonato de calcio, moderados en calcio y pobres en magnesio; muy pobres en potasio y moderados en sodio; la capacidad del intercambio cationico y el porcentaje de saturación y el porcentaje de saturación de bases son medianos.

Actualmente no presentan problemas de salinidad y sodicidad. El pH varía de ligeramente ácido a moderadamente ácido.

11.1 TOPOGRAFÍA Y DRENAJE SUPERFICIAL:

La topografía es regular con pendientes alrededor del 3.5%. El drenaje superficial varía de moderado a eficiente y no hay inundaciones en ninguna época del año.

11.2 VARIACIÓN DEL PERFIL:

La variación en profundidad de los horizontes del perfil es la siguiente:

Descripción del perfil representativo (Tabla 1)

HORIZONTE	PROFUNDIDAD
Ap	0 - 24/30
Al	24/30 – 40/50
B2t	40/50 – 120
C	120 - 200

11.3 DRENAJE INTERNO:

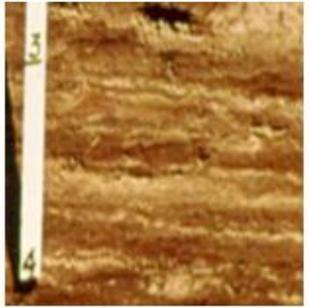
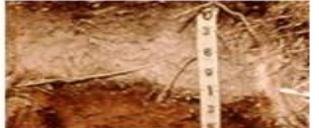
Eficiente la mayor parte del año ya que por su textura franca en la superficie el agua se infiltra rápidamente, reteniéndose esta humedad en el estrato franco arcilloso, donde el drenaje es lento.



12 RESULTADOS

- Ap: Horizonte arado (de plow=arar) ó horizonte mineral perturbado.
- Al: Horizonte mineral formado en la superficie liviano.
- B2t: Acumulación de arcilla iluvial de arcilla, hierro, aluminio, humus, carbonatos, yeso, o sílice, solos o en combinación.
- C: horizontes o capas, excluyendo roca consolidada, que han sido poco afectados por los procesos edafogénicos, saprolita.
- R: Substrato rocoso duro

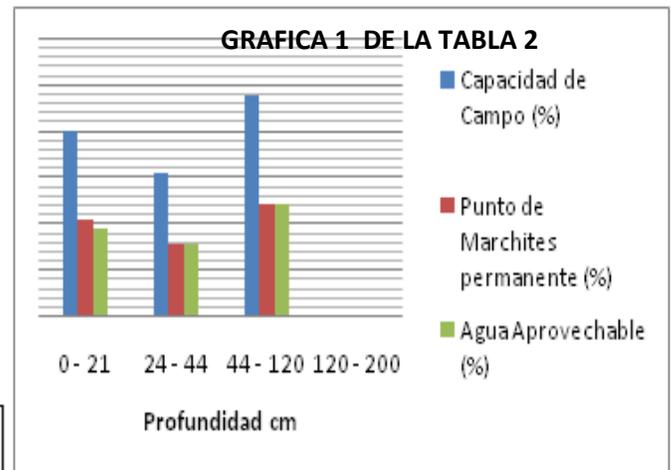
Tabla 1. Descripción del Perfil Representativo

HORIZONTE	PROF. Cm	DESCRIPCIÓN	Imagen
Ap	0 - 24	Color pardo oscuro (10 y R 3/3) en húmedo; textura franca; estructura ligeramente desarrollada poliédrica subangular, consistencia firme en húmedo, no pegajosa, no plástica en saturado; permeabilidad rápida; raíces extremadamente abundantes finas y delgadas; límite marcado ondulado; sin reacciones al HCl; residuos de carbón vegetal.	
Al	24 - 44	Color pardo amarillento (10 y R 6/3) en húmedo; textura arenoarcillosa; estructura ligeramente desarrollada poliédrica subangular; consistencia firme en húmedo, no pegajoso, no plástica en saturado; permeabilidad rápida; numerosos poros muy finos; abundantes raíces delgadas; límite marcado horizontal; sin reacción al HCl	
B2t	44 - 120	color gris amarillento en húmedo; textura franco arcillosa; estructura fuertemente desarrollada poliédrica angular; consistencia muy firme en húmedo, muy plástica, muy pegajosa en saturado; permeabilidad muy lenta; abundantes poros finos; abundantes raíces delgadas, pocas raíces gruesas; límite marcado horizontal; ligera reacción al HCl	
C	120 - 200	Color blanco (10 y R 8/1) en húmedo; estructura masiva consistencia muy dura; fuerte reacción al HCl	



- ❖ La Capacidad de Campo (CC) es el contenido de agua o humedad que es capaz de retener el suelo luego de saturación o de haber sido mojado abundantemente y después dejado drenar libremente, evitando pérdida por evapotranspiración hasta que el Potencial hídrico del suelo se estabilice (alrededor de 24 a 48 horas después de la lluvia o riego).
- ❖ El punto de marchitamiento permanente es el punto de humedad mínima en el cual una planta no puede seguir extrayendo agua del suelo y no puede recuperarse de la pérdida hídrica aunque la humedad ambiental sea saturada
- ❖ La Humedad Aprovechable (Ha) o agua aprovechable es la altura de agua que retiene un suelo homogéneo entre los contenidos de agua de Capacidad de Campo y Punto de marchitez permanente, descontando el contenido de clastos del suelo.

Tabla 2. VALORES CARACTERÍSTICOS : NOCIÓN DE AGUA UTIL			
Profundidad Cm	0 - 21	24 - 44	44 - 120
Capacidad de Campo (%)	20	15.5	24
PPM Punto de Marchitez permanente (%)	10.5	7.75	12
Agua Aprovechable (%)	9.5	7.75	12



<i>Clase Textural</i>	CAPACIDAD DE CAMPO (%)
ARENOSO	2.5 - 7.5
FRANCO ARENOSO	7.5 - 20.5
FRANCO LIMOSO	20.5 - 33.0
ARCILLOSO	33.0 - 50.0

De acuerdo a la clase textural la cual pertenece un determinado suelo se puede considerar que la capacidad de campo en una profundidad de:

0 – 21 cm: Es una clase de suelo franco arenoso es favorable, algo desequilibrado, la proporción de arcilla y limo aumenta lo que le da mucha más cohesión al igual que el de profundidad de 24 – 44.



- ✓ 44 – 120 cm: Es una clase de suelo franco limoso, es muy favorable, es equilibrada.

Es decir las texturas ideales son las equilibradas, con proporciones adecuadas de arcillas, limos y arenas, con buenas propiedades físicas y químicas. Las texturas desequilibradas pueden dar origen a diversos problemas. Las texturas limosas, franco-limosas favorecen la formación de una costra superficial, con el consiguiente apelmazamiento. Las texturas arcillosas son ricas en nutrientes y tienen alta capacidad de retención de agua, pero presentan una muy baja permeabilidad, presentando graves problemas de hidromorfía.

PMP: Tenemos que en una profundidad 0 – 21 es un suelo Franco es decir es muy favorable, de 24 – 44 tenemos Franco arenoso entra en favorable y 44 – 120 es

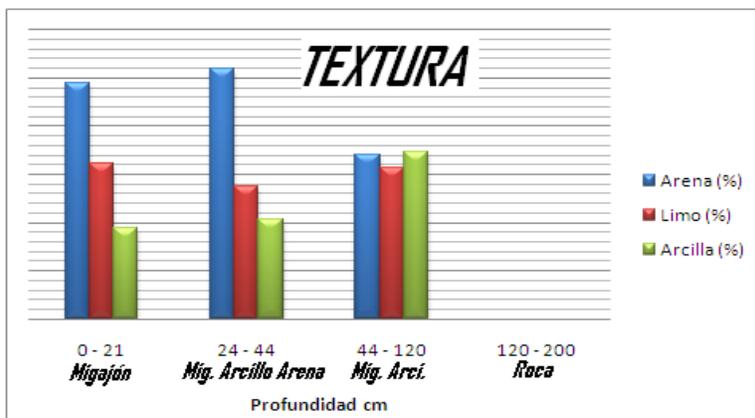
Franco arcilloso que también es favorable. Es muy favorable por que el suelo todavía extrae el agua a poca profundidad, en cambio es favorable a una profundidad más baja ya que el suelo no puede extraer más agua por que el nivel ya no absorbe lo necesario, llega en un punto donde la profundidad de 0 – 21 ya absorbió lo necesario, en cuanto a la profundidad de 24 – 44 y 44 – 120 ya no tienen lo necesario para seguir absorbiendo.

Agua Aprovechable: Con una profundidad de 0 – 21 y 24 – 44 son suelos arenosos y 44 – 120 son franco arenoso. En suelos arenoso, es más ventajosa la aplicación del fertilizante nitrogenado que en suelos arcillosos, debido a que se controla la profundidad de humedecimiento. Asimismo, el fósforo en suelos arenosos se remueve a mayor distancia que en suelos arcillosos; en suelos arenosos los riegos deben ser frecuentes y ligeros, mientras que en los suelos arcillosos, los riegos son menos frecuentes y pesados.



12.1 TEXTURA

Tabla 3. TEXTURA				
Profundidad cm	0 - 21	24 - 44	44 - 120	120 - 200
Arena (%)	48.77	52	34	
Limo (%)	32.36	27.48	31.48	
Arcilla (%)	18.92	20.52	34.52	
Clasificación Textural	Migajón	Mig. Arcillo Arena	Mig. Arci.	Roca



GRAFICA 2 DE LA TABLA 3

Textura

Muy favorable

Equilibradas (franca y franco limosa)

Favorable

Franca algo desequilibradas (franco arcillosa, franco **arenosa**, franco arcillo arenosa, franco arcillo limosa, **limosa** y arcillo limosa)

Desfavorable

Desequilibradas gruesas (arena y arenosa franca)

Muy Desfavorable

Desequilibradas finas (**arcillosa** y arcillo limosa)



12.2 ANALISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL SUELO

Tabla 4. ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS

Profundidad cm	0 - 21	24 - 44	44 - 120
pH en H ₂ O (1:2)	5.8	5.8	5
Conductividad Eléctrica en Extracto de la Pasta de Suelo (µmho/cm)	0.23	0.24	0.18
Materia Orgánica (%)	3.6	0.86	0.66
Fósforo Aprovechable (ppm)	0.91	0.55	0.55
Potasio Aprovechable (ppm)	35	35	39
Calcio Aprovechable (ppm)	1363	1777	2444
Magnesio Aprovechable (ppm)	197	186	232
Nitrógeno Total (%)	0.136	0.05	0.043

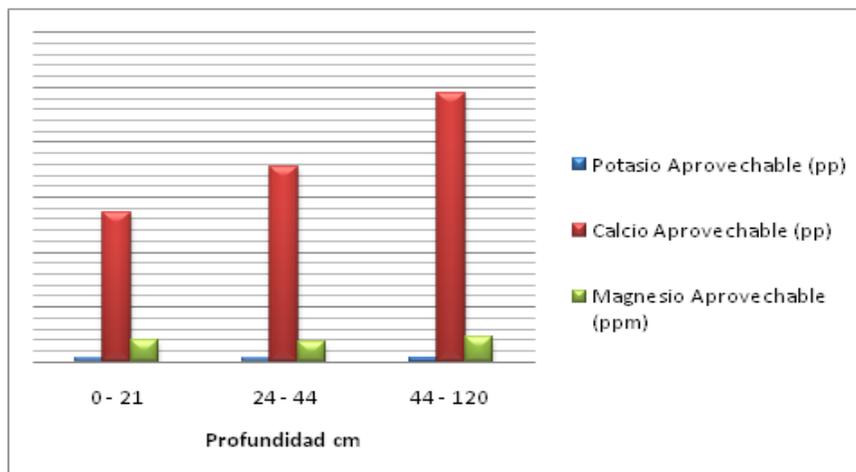
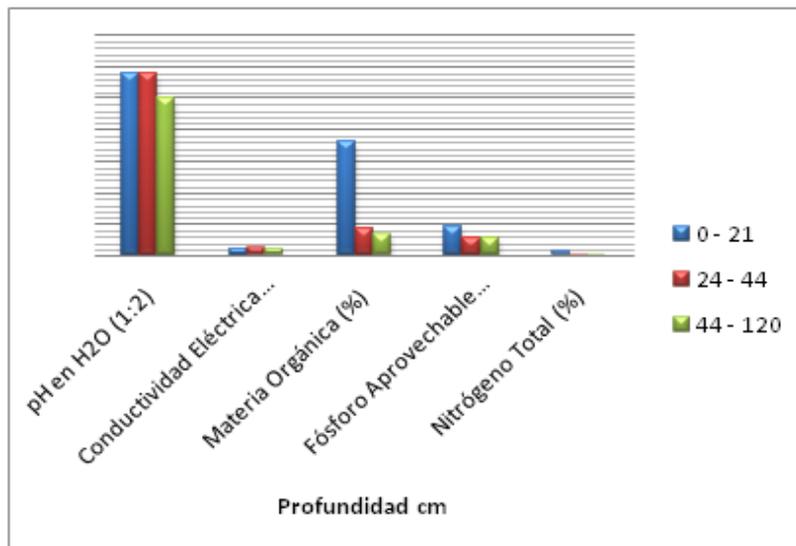




TABLA 5

Criterios de evaluación de un suelo con respecto a su pH (NOM-021-REC-NAT-2000).

Categoría	Valor de pH
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Medianamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	8.5

pH

Muy favorable	7,3-6,7		
Favorable	6,7-5,5	ó	7,3-8,0
Desfavorable	5,5-4,5	ó	8,0-9,0
Muy desfavorable	<4,5	ó	>9,0

Tenemos un pH favorable a poca profundidad ya que es moderadamente ácido, pero a mayor profundidad es desfavorable ya que es fuertemente ácido. Para corregir un pH desfavorable es necesario el control de la acidez exige neutralizar los H⁺ de la solución del suelo (corrección de la acidez activa) y desplazar hidrogeniones del complejo de cambio que deberán ser sustituidos por bases (corrección de la acidez potencial), originando con ello una subida del pH. Se emplean habitualmente compuestos cálcicos y magnésicos (carbonatos, óxidos e hidróxidos). Debido a que es más frecuente el uso de productos cálcicos, la operación destinada a corregir la acidez del suelo, se denomina encalado.



TABLA 6
Criterios para evaluar la salinidad de un suelo, con base en su conductividad.

Categoría del suelo	Valor (mmhos/cm o dS/m)
No salino	0 - 2.0
Poco salino	2.1 - 4.0
Moderadamente salino	4.1 - 8.0
Muy salino	8.1 - 16.0
Extremadamente salino	> 16.0

Conductividad Eléctrica:

La salinidad afecta los cultivos y por ende la producción por lo que el conocimiento de los tratamientos y las áreas a tratar es fundamental para la actividad económica. En los suelos salinos las plantas son muy sensibles a la concentración del suelo, a pesar de lo cual no se presta atención debido a su concentración de sales con relación a la variación normal a la capacidad de campo. Se encuentra por lo tanto una variación de hasta 10 veces en el porcentaje de marchites permanente en algunos suelos. Como resultado podemos observar que la conductividad eléctrica tiene como categoría de suelo no salino, esto significa que es benéfico para el suelo, prosperan los cultivos.

En materia Orgánica:

Contenido en materia orgánica

Muy favorable	>4%
Favorable	4 - 1,5
Desfavorable	1,5 - 0,5
Muy desfavorable	<0,5

El contenido en materia orgánica constituye un rasgo esencial en los suelos. Favorece el desarrollo de la estructura, por tanto mejora las propiedades físicas (aumenta la porosidad, la permeabilidad, el drenaje y la capacidad de retención de



agua útil) y las propiedades químicas (contenido en nutrientes y capacidad de intercambio iónico) y protege al suelo de la erosión. Cuando un suelo pierde su materia orgánica se vuelve pulverulento, inestable e infértil. Como resultado tenemos que a poca profundidad tenemos materia orgánica favorable, que a mayor profundidad lo tenemos desfavorable.

Fosforo Aprovechable:

El fósforo del suelo se clasifica en fósforo orgánico e inorgánico, dependiendo de la naturaleza de los compuestos que forme. La forma orgánica se encuentra en el humus y la materia orgánica, y sus niveles en el suelo pueden variar desde 0 hasta mayores que 0.2%. La fracción inorgánica está constituida por compuestos de hierro, aluminio, calcio y flúor, entre otros, y normalmente son más abundantes que los compuestos orgánicos. Como resultado nos da bajo.

Suelos muy pobres en fósforo: dan en presiembra temprana.

Las plantas pueden absorber pequeñas cantidades de P por contacto directo de las raíces con los elementos sólidos, pero la mayor parte del P que necesitan lo toman de la solución del suelo, en forma de iones fosfato. Estos iones se desplazan desde las raíces hasta las hojas por medio de la corriente que crea la transpiración de la planta. La absorción es muy activa durante el período de máximo crecimiento y se reduce a partir de la floración.

Normalmente el potasio se aplica todo en presiembra. En cultivos permanentes, se aporta durante la parada invernal. En caso de decidir fraccionarlo, puede ser suficiente dar dos dosis: una de presiembra y otra de cobertera, preferiblemente en forma de abono compuesto para aprovechar el efecto sinérgico de los tres elementos.

Potasio Aprovechable:

Según éste, la planta puede absorber cantidades elevadas de potasio sin que se observen variaciones significativas del rendimiento, en relación con el obtenido para menores cantidades de potasio absorbido. El calcio y el magnesio presentan un claro efecto antagónico frente al potasio que puede dar lugar a situaciones de



deficiencia potásica por excesos de calcio activo o de magnesio asimilable. Con el sodio pueden darse situaciones de sustitución. En casos de deficiencia potásica, la planta puede absorber sodio. El calcio nos Ayuda al crecimiento de la raíz y el tallo de la planta, permite que la planta tome fácilmente los alimentos del suelo.

Nitrógeno Total:

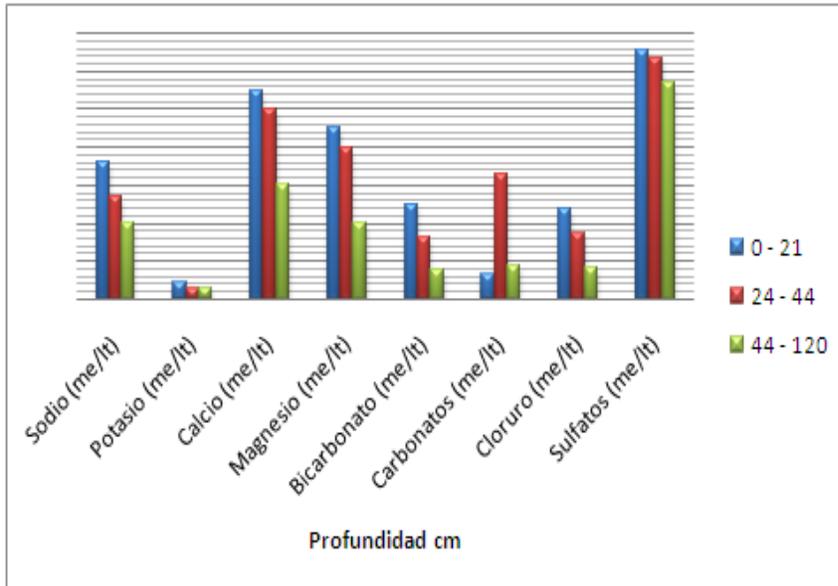
Para nitrógeno total es escasa su utilidad como indicador de la disponibilidad del nitrógeno en el suelo para las plantas, debido a que la mayor parte del nitrógeno se encuentra en forma orgánica con muy bajas tasas de mineralización. Se referencia como índice de las reservas orgánicas, en la estratificación de sistemas productivos y en los balances en el suelo. (Tabla 7 Análisis de nitrógeno total)

Tabla 7

Clase	Nitrógeno total %
Muy bajo	< 0.05
Bajo	0.05 - 0.10
Medio	0.10 - 0.15
Alto	0.15 - 0.25
Muy alto	> 0.25

12.3 IONES SOLUBLES

Profundidad cm	0 - 21	24 - 44	44 - 120
Sodio (me/lts)	0.72	0.54	0.4
Potasio (me/lts)	0.09	0.06	0.06
Calcio (me/lts)	1.1	1	0.6
Magnesio (me/lts)	0.9	0.8	0.4
Bicarbonato (me/lts)	0.5	0.33	0.16
Carbonatos (me/lts)	0.13	0.66	0.18
Cloruro (me/lts)	0.48	0.35	0.17
Sulfatos (me/lts)	1.31	1.27	1.14



GRAFICA 6 DE LA TABLA 8

POTASIO: Es fijado por las fillitas (mineral de arcilla del suelo), también es de lenta disponibilidad para las plantas, pero también depende de la textura y la minerología, así como la textura arcillosa ya que requiere más de potasio que lo de la textura media y arenosa.

CALCIO: Elemento estructural formando parte de la pared celular, tenemos como resultado que a poca profundidad tenemos un resultado favorable, a comparación de mayor profundidad (44 – 120), es muy importante para la fecundación y un desarrollo uniforme del fruto.

MAGNESIO: Ocupa el centro de la molécula de la clorofila, activan enzimas necesarias en el proceso de respiración, la deficiencia de Mg en los cultivos no solamente se debe asociar con los bajos niveles de este elemento en el suelo, sino que también con altos contenidos de Ca y K. la deficiencia de Mg se reporta en suelos ácidos, lixiviados de textura (arena, arenas francas y franco arenosa)

El análisis de suelos indica lo que el suelo potencialmente tiene para suplir a la planta a corto, mediano y largo plazo en profundidades bajas 0 – 21cm (24 – 44 moderadamente)



12.4 SITUACIÓN ACTUAL

En la zona del estudio solo se practica la agricultura de temporal; la siembra en la mayor parte del valle se realiza en la época de secas, aplicando una cantidad de agua de aproximadamente 200ml por mata, al momento de sembrar; esta operación la continúan realizando de ser necesario hasta que se establece el temporal. El agua utilizada procede de jagüeyes o pozos, cerca de las parcelas y se aplica con un recipiente, mata por mata, ó con polductos de largas distancias.

Dado que en los pozos mencionados no se tiene datos, no es posible determinar los volúmenes de extracción, ni los tiempos de recuperación del manto freático.

12.5 CALIDAD DE AGUAS PARA FINES DE RIEGO

En base a los análisis realizados, estas aguas están condicionadas por su salinidad potencial en dos de sus muestras, las aguas son buenas en los referentes al carbonato de sodio residual; son condicionadas en cuanto a su contenido de cloruros; respecto a su salinidad efectiva estas aguas son condicionadas para su uso en el riego.

12.6 LABRANZA DE CONSERVACIÓN CON MAÍZ:

Para la práctica se limpio la superficie a sembrar, se laboreó la tierra con un arado y surcado, se sembró con maíz criollo seleccionado, se aplico insecticida orgánico obtenido del árbol de Neem, para plagas principalmente cogollero; aplicándose también fertilizante Micorriza, Azospirillum (cuyo beneficios son aumentar rendimientos a un bajo costo). El método de siembra fue con macana, aplicándose dos semillas por punto.

12.7 ROTACIÓN DE CULTIVO CON FRIJOL

Se usaron semillas criollas tipo coloradito, para la siembra se limpio la superficie a sembrar, se laboreo la tierra con arado y se recomendó la aplicación de un herbicida desecante, la semilla se inoculo con los biofertilizantes Micorrot, fertilizantes orgánicos, cuyo beneficio es aumentar rendimiento a un bajo costo. El método de siembra fue con macana aplicando de dos a tres semillas por puntos. Se aplico insecticida para plagas como diabrótica, aplicándose también fertilizante foliar y se dieron limpieas necesarias para mantenerse libre al cultivo de maleza.



Sólidos Disueltos en Partes por millón (ppm):
561.7763

% de Sodio en el total de Cationes:
2.03

Relación de absorción de Sodio (RAS):
0.08

Carbonato de Sodio Residual me/lts: 0

Boro (ppm): -

No tener carbonatos y bicarbonato en agua es recomendable, ya que si tenemos un alto nivel afectaría afecta la permeabilidad del suelo y causa problemas de infiltración. El calcio y el magnesio (moderado) son cationes que forman parte de los complejos estructurales que forman el suelo generando una estructura granular apropiada para los cultivos. El exceso de iones de sodio (bajo) desplaza el calcio (Ca) y magnesio (Mg) y provoca la dispersión y desagregación del suelo. El suelo se vuelve duro y compacto en condiciones secas y reduce la infiltración de agua y aire a través de los poros que conforman el suelo. Por ejemplo, alto contenido de sodio en suelos arenosos no afecta tanto ya que éstos tienen una gran superficie de drenaje, en contra de otros suelos más compactos. Al tener un alto nivel de cloruro podría dañar los cultivos. Conductividad eléctrica tiene un rango de 770, no suele haber problemas para el riego

Tras los estudios realizados, cabe decir que nos encontramos ante un agua bastante apropiada para el riego. Presenta una conductividad eléctrica moderada, es un agua sin sedimentos y tolerable para el cultivo. Tiene un nivel bajo de sodio, cloruro, bicarbonatos, tiene un pH moderado (aceptable).



13.3 PROBLEMAS RESUELTOS

Si, $Ca < CO_3 + HCO_3 + SO_4$; pero $Ca > CO_3 + HCO_3$; entonces:

SE = Suma de cationes* - Ca

$$PSP = (Na / SE) \cdot 100$$

$$CSR = (CO_3^- + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

$$SP = Cl^- + \frac{1}{2} SO_4^{2-}$$

$$RAS = \frac{Na^+}{\frac{\sqrt{Ca^{2+} + Mg^{2+}}}{2}}$$

NOTA: Si la suma de cationes es menor que la de aniones, deberá emplearse la suma de aniones en lugar de la de cationes.

$Ca < CO_3 + HCO_3 + SO_4 = 4.80 < 0 + 4.67 + 1.68$ por lo tanto $4.80 < 6.35$

$Ca > CO_3 + HCO_3 = 4.80 > 0 + 4.67$ por lo tanto $4.80 > 4.67$

$$SE = 8.57 - 4.80 = 3.77$$

$$S.E. = 3.77$$

$$SP = 2.22 + ((1/2) (1.68)) = 3.06$$

$$S.P. = 3.06$$

$$PSP = (0.15 / 3.77) * 100 = 3.97$$

$$P.S.P. = 3.97$$

$$RAS = \frac{0.15}{\frac{\sqrt{4.80 + 1.40}}{2}} = 0.08$$

$$RAS = 0.08$$

$$CSR = (0 + 4.67) - (4.80 + 1.40) = -1.53 \text{ por lo tanto es } = 0$$

$$CSR = 0$$



CSR: Carbonato de Sodio Residual NOTA: Cuando la diferencia es negativa, no existe el problema y el valor de CSR puede suponerse igual a cero

RAS: Relación de Absorción de Sodio

S.E.: Salinidad Efectiva

S.P.: Salinidad Potencial

P.S.P.: Porcentaje de Sodio Posible

SP: < 3; Aguas buenas para el riego

SP: 3 – 15; Aguas condicionales para el riego (debe mantenerse control sobre el comportamiento químico del suelo).

SP: > 15; Aguas no recomendables para riego.

S1: agua con bajo contenido de sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles en sodio.

C3: Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.



14 CONCLUSIONES

En este trabajo se logro trabajar con cuatro tipos de suelo, una de composta y un litro de humus, los resultados fueron notables para el suelo ya que uno de los estudios da como resultado que no presentan problemas de salinidad, se puede establecer de acuerdo con los análisis realizados, en la zona de estudio es posible trabajar con la agricultura, así como la de riego con cultivos tropicales y semitropicales específicos.

Tiene un pH moderado, la materia orgánica es menor de cuatro entre en el rango de suelos volcánicos, entre más profundidad baja la cantidad de materia orgánica así que la semilla al hundir debe ser de una profundidad moderable y poca para que tenga un alto nivel de nitrógeno ya que el nitrógeno es un elemento indispensable para la vida de la planta y un factor clave en la fertilización.

El sistema de labranza de conservación propicia una mejor calidad y su uso incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo

De los datos Conductividad Eléctrica podemos afirmar que se trata de unos suelos no afectados por procesos de salinización, ni actuación antrópica por uso de fertilizantes y pesticidas.

Para el uso del agua, el índice de salinidad potencial evaluado resultó estar dentro del rango, por lo que debe mantenerse control sobre el comportamiento Químico del suelo. Tiene un nivel bajo de boro.

Aunque el potasio es muy bajo no es un constituyente de compuestos importantes, pero juega un papel destacado en muchas actividades fisiológicas como el control del turgor celular y la acumulación de hidratos de carbono. Además, aumenta el tamaño de los frutos y tiene un efecto positivo en el color y fragancia de las flores. El potasio también hace a las plantas más resistentes a las enfermedades. Pero en general, el potasio de estos sedimentos aún puede ser absorbido por los



cultivos en cantidades suficientes. Nota: La reserva de potasio intercambiable y no-intercambiable depende fundamentalmente de la cantidad y calidad de arcillas presentes en el suelo.

Normalmente las cantidades de Ca^{+2} presentes en los suelos exceden largamente las necesidades de los cultivos, el contenido de Mg^{+2} depende principalmente del material parental y del contenido de arcilla y materia orgánica de los suelos generalmente es menor que la del calcio.

Como resultado observamos que el suelo es muy rico en nutrientes como calcio, potasio, carbono, nitrógeno entre otros, en esta práctica se trabajo con cuatro tipos de suelo a distintas profundidades y la más apta fue la de menos profundidad, así que al trabajar en campo un agricultor debe de sembrar su cultivo a una mínima profundidad en donde el cuerpo de la semilla acepte crecer y no se expulse con forme al riego entre otras cosas, así la semilla tendrá un crecimiento muy favorable y sano, con raíces fuertes y convertirse en un producto de buena calidad. (Frijol o maíz)

En el uso del agua es apta en las condiciones de riego aceptable para que la cosecha crezca en un estado favorable y no se contamine desde su crecimiento, aceptable también para consumo humano ya que la gente lo usa como uso domestico y para su consumo.



15 Discusión

Se puede observar en los resultados son más notables a menor profundidad, pero a media profundidad no marca tanta diferencia a consideración de la profundidad más alta. Nos damos cuenta que los análisis de suelo es óptimo para un cultivo, no es riesgoso, así un cultivo puede aceptar su crecimiento ya que aprovecha el calcio, potasio, fósforo, entre otros. Así el cultivo ocupa las necesidades adecuadas para crecer en un notable desarrollo.

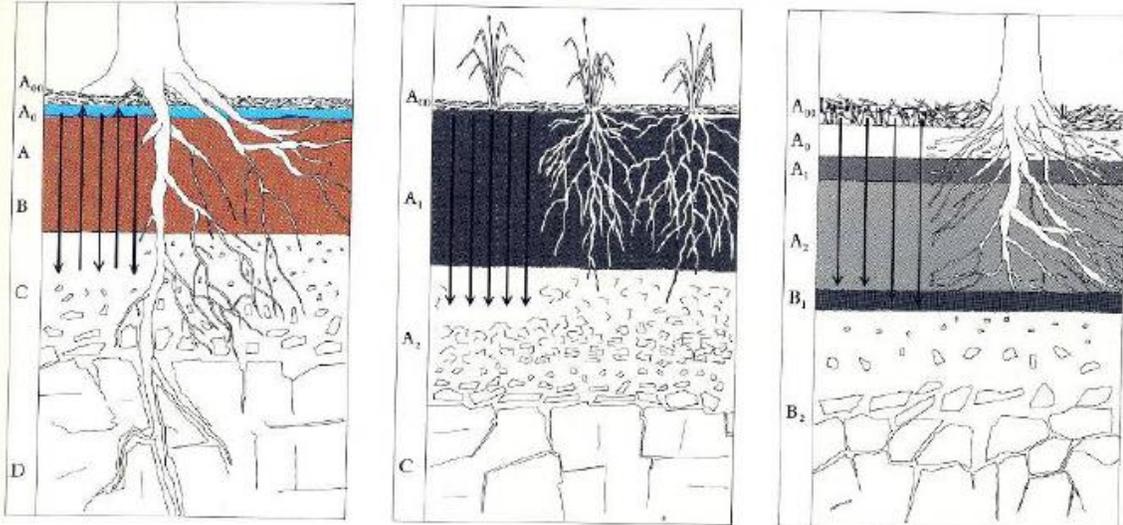
La cantidad de nutrientes en el suelo se determina con el análisis de una muestra representativa de suelo, en caso de no disponer del análisis se puede tomar en consideración el historial de rotación e intensidad de cultivos, la fertilización de los cultivos depende de los requerimientos de éstos y de la cantidad de nutrientes disponible en el suelo, la diferencia corresponde al fertilizante que se debe aplicar. Como resultado en otras prácticas marcan el mismo sustento para el suelo, con poca diferencia al nuestro, nos indica una aproximación de fertilidad del suelo, donde se aprovecha los valores limitantes en los principales nutrientes determinados, como materia orgánica, nitrógeno, fósforo, azufre y boro.

Como se observa, la calidad del agua se deduce teniendo en cuenta las determinaciones. Indudablemente podrán presentarse casos que no encuadren totalmente dentro de las características dadas, en ellos, será necesario tener en cuenta que valores altos de sulfatos y sales solubles totales y una baja relación Ca/Mg son perjudiciales por el probable alto tenor de sulfato de magnesio.



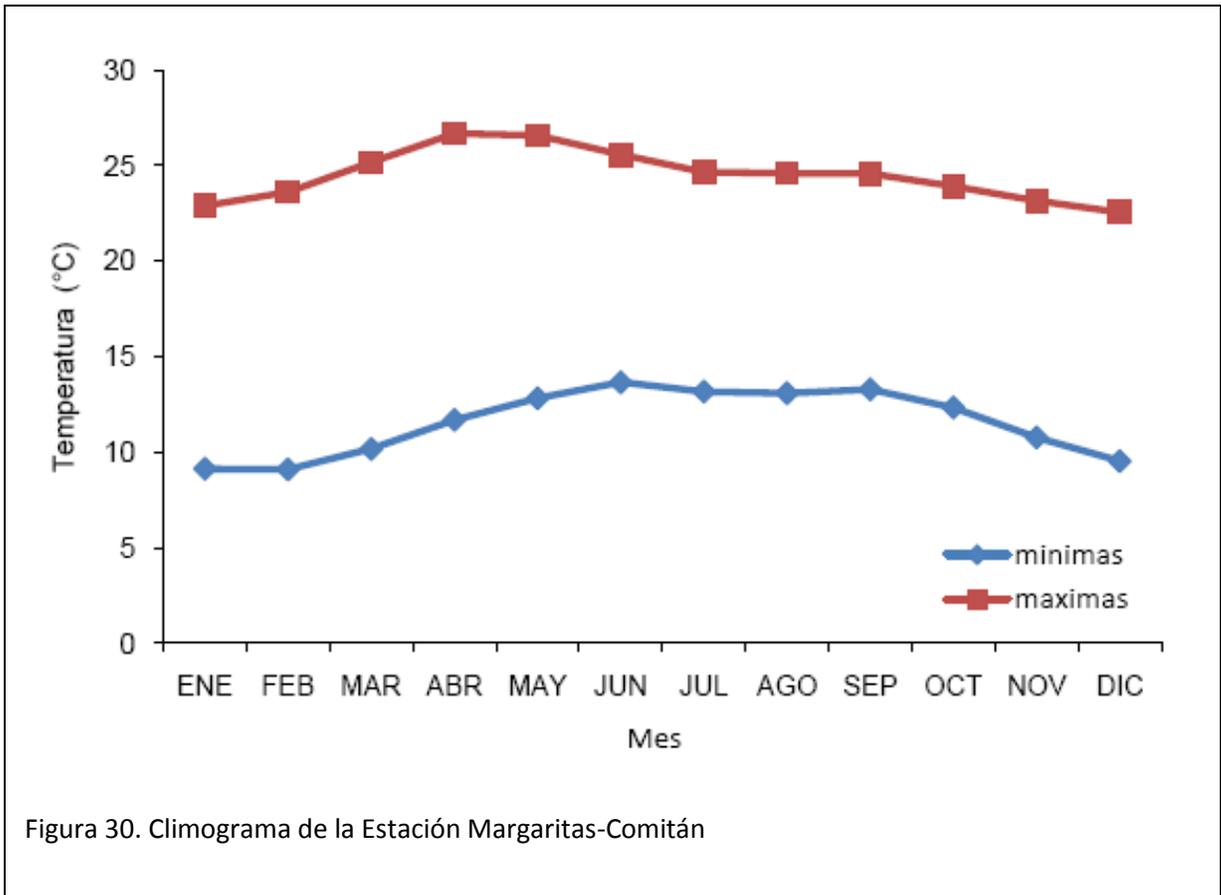
16 ANEXOS

Esquema de la organización general de un suelo



(izq.). Según el grado de avance de la sucesión y de madurez creciente del suelo, éste se diferencia más o menos, apareciendo, por ejemplo, una capa de acumulación (B)

Figura 29. Esquema de la Organización General del Suelo





Hortícolas	pH óptimo	Frutales	pH óptimo	Extensivos	pH óptimo
Acelga	6.0-7.5	Albaricoque	6.0-6.8	Alfalfa	6.5-7.8
Apio	6.1-7.4	Almendro	6.0-6.8	Algodón	5.0-6.2
Berenjena	5.4-6.0	Avellano	6.0-7.0	Alpiste	6.0-7.0
Boniato	5.1-6.0	Café	5.0-7.0	Altramuz	5.0-7.0
Brócoli	6.0-7.2	Castaño	5.0-6.5	Arroz	5.0-6.5
Calabaza	5.6-6.8	Encina	4.8-6.0	Avena	5.2-7.1
Cebolla	6.0-7.2	Grosellero	6.0-7.0	Batatas	5.3-6.5
Col	6.0-7.5	Limonero	6.0-7.5	Cacahuete	5.3-6.5
Col de Bruselas	5.7-7.2	Manzano	5.3-6.7	Caña de azúcar	6.0-7.8
Coliflor	6.0-7.2	Melocotonero	5.3-6.8	Cáñamo	6.2-7.2
Escarola	5.6-6.8	Membrillero	5.5-7.2	Cebada	6.4-7.8
Espárrago	6.3-7.5	Naranja	6.0-7.5	Centeno	5.3-6.8
Espinaca	6.3-7.1	Nogal	6.2-7.8	Colza	5.8-7.1
Fresa	5.0-6.2	Olivo	6.0-7.8	Dátilo	5.6-7.2
Guisantes	5.9-7.3	Peral	5.6-7.2	Girasol	6.0-7.2
Judías	5.8-6.8	Pino	5.0-6.0	Habas	7.4-8.1
Lechugas	5.8-7.2	Platanera	6.0-7.5	Lenteja	5.0-7.0
Maíz dulce	5.6-6.8	Pomelo	6.0-7.5	Lino	5.5-7.5
Melón	5.7-7.2	Vid	5.3-6.7	Maíz	5.5-7.5
Nabo	5.7-6.7			Mijo	5.1-6.8

Figura 31. pH Óptimo en Hortalizas

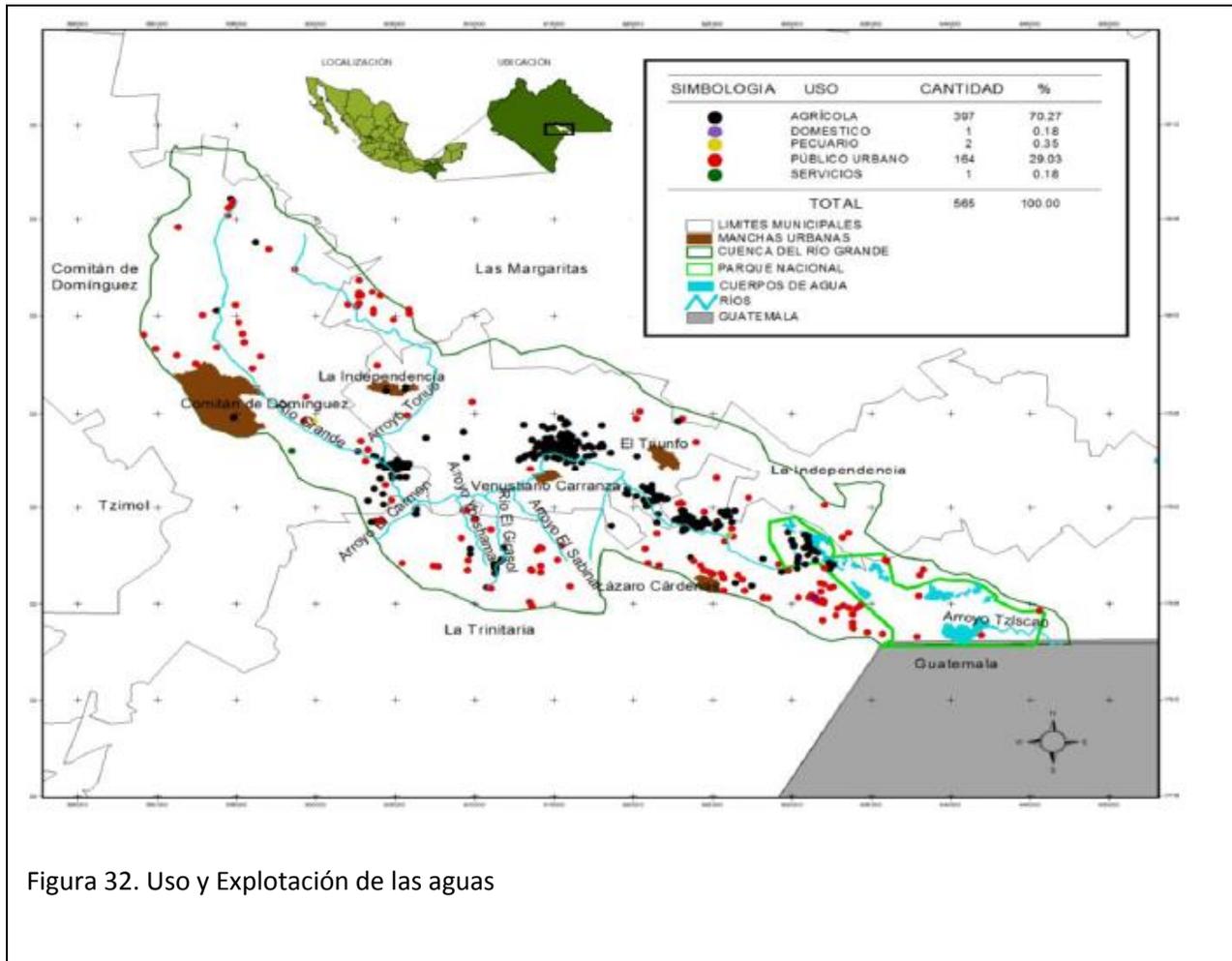


Figura 32. Uso y Explotación de las aguas

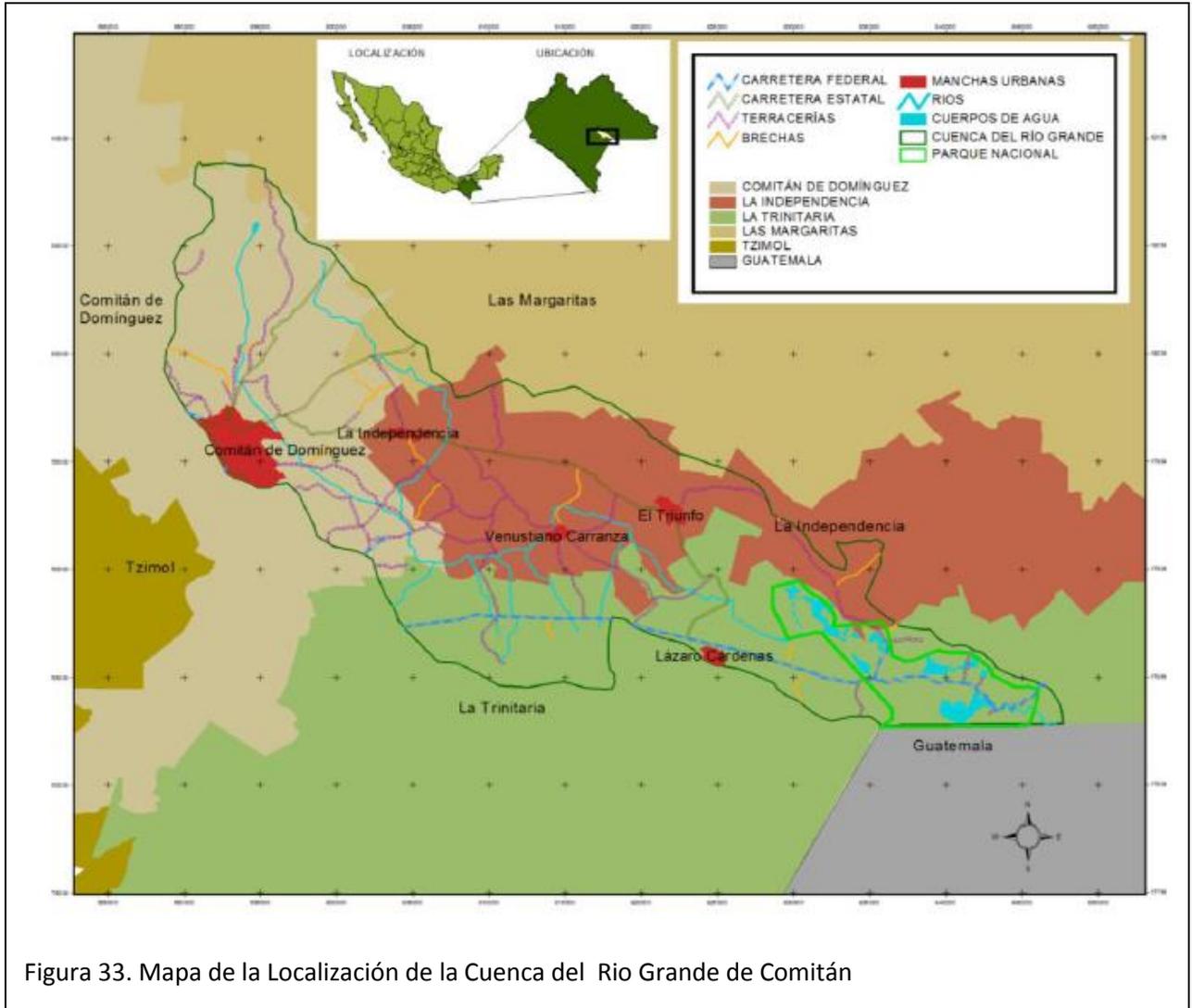


Figura 33. Mapa de la Localización de la Cuenca del Río Grande de Comitán



17 BIBLIOGRAFÍAS

- ALVAREZ, C. y VELOZO, C. 1974. Contribución a la caracterización de suelos del área basáltica alrededores de Laureles, Depto. de Salto; primera aproximación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 30 p.
- Aranda, D. E. 1992. El manejo de lombrices para la producción de abono orgánico de pulpa de café. XV Simposio sobre caficultora latinoamericana. IICA / PROMECAFE, Xalapa, Veracruz, México. IICA / PROMECAFE, volumen 2. S/p.
- BAK, H. y CAYSSIALS, R. 1974. Estabilidad estructural de algunos suelos del Uruguay. Montevideo, Ministerio de Agricultura y Pesca, Dirección de Suelos y Fertilizantes, 58 p. (Mimeografiado).
- Cadena, G.G. 1983. Uso de la pulpa de café para el control de la mancha de hierro en almácigos, Avances técnicos CENICAFE. Chinchiná, Caldas, Colombia. Boletín 119, p 219.
- Dalzell, H.W.; Biddlestone, A.J. (1991). Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. -- Roma: FAO, 1991.
- Durán A. y García Préchac, F. 2007. Suelos del Uruguay. Origen, Clasificación, Manejo y Conservación. Ed. Hemisferio Sur.
- DURAN, A. 2000. Propiedades hídricas de los suelos. Cátedra de Edafología. Área de suelos y aguas. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- Durán, P. A. 2007. Transferencia de tecnología de biofertilizantes en los cultivos de maíz de temporal y frijol de humedad residual. Informe anual. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. 12 p.
- Dávila, M. T. A. 1991. Aspectos químicos del cultivo de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida* Sav. Información científica y técnica producida



- por CENI-CAFE 1988-1998. Copilado y editado por Luis Amaya y Nancy C. Delgado. Chinchiná, Caldas, Colombia. p. 59. (Resúmenes analíticos).
- GARCÍA F. 1980. Relaciones agua-planta. M.A.P. D.U.M.A. Boletín N° 5.
 - Grajeda-Cabrera, O. A. 2007. Transferencia de Tecnología en Biofertilizantes. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro. Campo Experimental Celaya. 12 pág.
 - HEMIN, H., GRAS, R. y MONNIER, G. 1972. El perfil cultural, Madrid, MundiPrensa.
 - Irizar-Garza, M. B. G. 2000. Informe de labores del programa de biofertilizantes en el Valle de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro. Campo Experimental Valle d México. 15 p.
 - KRAMER, P. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas. SILVA, A. et. al.1988. Aspectos metodológicos en la determinación de la capacidad de retener agua de los suelos del Uruguay. Boletín de Investigación N° 10.
 - Legall, M. J. R. 1993. Taller de investigación participativa en Lombricultura. Escuela de agricultura y ganadería “Francisco Luis Espinoza Pineda”. Managua, Nicaragua. pp. 1-20.
 - López, B. M. 1999. Informe del programa de biofertilizantes en Querétaro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigaciones Regionales del Centro. Querétaro, Qro. 6 p.
 - Loredo O. C., S. Beltrán L. y A. Peña del Río. 2007. Uso de biofertilizantes para la producción de maíz forrajero en condiciones de temporal. Folleto científico Núm. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental San Luís. 60 pág.
 - Matuz, J. M., M. Valdés y J. F. Aguirre-Medina. 1990. Capacidad competitiva de cepas de rizobio en la formación de nódulos en *Leucaena leucocephala*. Pasturas Tropicales. Vol. 12 (3): p.22-24.



- Millar, Agustín A. 1993. Manejo de Agua y Producción Agrícola. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Oficina en Chile. 556p.
- MORAL, F.J 1999. Hidrología de los suelos arenosos del Parque Natural del Entorno de Doñana. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, España.
- NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Diario Oficial, 31 de diciembre de 2002.
- Osuna, C. E. S., S. P. Ramírez, y F. E. Villagrana. 2000. Desarrollo de sistemas de producción sostenible para uso y conservación de suelo y agua en las zonas áridas y semiáridas del Norte-Centro de México. Cuaderno de Trabajo, SIHGO. CONACYT. 45 p.
- PADILLA, M.R. 2003. Tecnología de producción y uso de lombricompostaje en pulpa de café en Honduras. Primera edición, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. Documento No. 431 Serie Técnica 33/2003. PASOLAC. pp. 46
- Pantoja, R., Y. R. 1990. Obtención de la semilla el cultivo del cafeto en México. Instituto Mexicano del Café; Xalapa, Veracruz, México; primera edición pp. 43-49.
- Pastrana- Aponte, L. 2000. Informe de biofertilizantes y brassinoesteroides. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigaciones Regionales del Golfo Centro. Campo Experimental Huimanguillo Tabasco., 18 p.
- Pineda, C. R.; Ordoñez, M. A.; Merlo, A.; Zúniga, M.; Zelaya, H.; Acosta, J.R. 1997. Determinación de la densidad poblacional de *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana) en la producción de abono orgánico de pulpa de café. In memoria VI Seminario nacional de investigación y transferencia en caficultura. Tegucigalpa, Honduras. pp. 177 y 179.
- PROVELBIO, Fulgencio y MARÍN Reinaldo. Estudios de la Naturaleza 7º, Editorial Santillana.
- Rodríguez, A. R.; Pineda, C.R. 1977. Producción y calidad de abobo producido por medio de *Eisenia Foetida* (lombriz Roja Californiana) su capacidad reproductiva en tres densidades y seis substratos, Memoria XVIII



Simposio Latinoamericano de caficultura, IICA /Promecafe, San José, Costa Rica; pp. 109-113.

- ROSAS ROA, Antonio y DARIO, Rubén. Lombricultura o vermicultura. En: Agricultura orgánica práctica. Bogotá, Edición 2003. pp. 89-102.
- Shaxson, T.F., 2001. Soil moisture conservation. En Vol.1 de: Conservation Agriculture, a worldwide challenge. (eds.: L. García-Torres, J. Benites, A. Martínez-Vilela). Córdoba (España): XUL Publishers. 2 vols
- Tineo, B. A. L. 1991. Estudio preliminar de algunos aspectos reproductivos de tres especies de lombrices de tierra. Ayacucho, Perú; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú, p. 1-20.
- Tineo, B. L. 1994. Crianza y manejo de lombrices de tierra con fincas agrícolas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, programa de manejo integrado de recursos naturales; Área de manejo de cuencas. CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 3-4-13-16-17-25.

BOLETINES DE SUELOS DE LA FAO

- Agricultura de conservación — estudios de caso en América Latina y África, 2002 (E I)
- Diagnostico de agua de riego publicado en el manual 60 del departamento de agricultura de los EUA.
- Manejo del suelo en pequeñas fincas estrategias y métodos de introducción, tecnologías y equipos, 2000 (E I)
- Manejo de suelos y cultivos en zonas de ladera de América Central: experiencias adquiridas y transmisión de agricultor a agricultor de tecnologías conservacionistas, 1999 (E I)
- Manual de sistemas de labranza para América Latina, 1992 (E)
- MAZPARROTE, Serafín y MILLÁN JUSTO. Estudios de la naturaleza 7º, Editorial Biosfera
- Sistemas de labranza para la conservación del suelo y del agua, 1988 (C E* F I)
- <http://www.ingenieroambiental.com/new2informes/agriculturaorganica.pdf>



18 GLOSARIO

Aluvial:

Transportado por el agua de un lugar a otro.

Almacigo:

Arbusto de hojas perennes, flores pequeñas de color amarillento a rojo oscuro, fruto esférico primero rojo y luego negro, y madera rojiza utilizada en ebanistería

Anegamiento:

Apelmaza el suelo, deja las raíces sin oxígeno y contribuye a la salinización.

Arriete:

Franja de tierra, generalmente alargada y situada junto a la pared de un jardín o patio, donde se ponen plantas de adorno

Cabuya:

Planta de hojas grandes y carnosas que nacen directamente de la raíz y están bordeadas de pinchos, y flores amarillas en ramillete sobre un alto tallo central; es originaria de terrenos secos de América

Capa de residuos (o desperdicios):

La capa residual que cubre el suelo de un bosque, y que está comprendida de hojas, pequeñas ramas, briznas, ramas, tallos y frutas que proceden de los árboles circundantes.

Carente:

Falta de algo

Caspari:

Es una diferenciación de las paredes primarias de las células de la endodermis de la raíces de las plantas, es una capa de suberina impermeable que se extiende sin sucesión de continuidad a lo largo de las paredes radiales y transversales



Ciclo diurno:

Un ciclo diario, intervalo básico repetitivo de 24 horas. Todos los procesos que están dominados por el sol son diurnos. Como contraste, las mareas son ciclos que se repiten dos veces al día.

Deleznable:

Cierta consistencia de los suelos en la que los grumos de suelo «revientan» cuando se los aprieta entre pulgar e índice ejerciendo una pequeña presión.

Discurrirá:

Fluir un líquido, correr un río, canal.

Dormición:

Se considera por tal la falta de germinación que presentan las semillas viables de algunas especies ortodoxas, ante condiciones favorables de humedad, temperatura, aireación, y en algunos casos, iluminación.

Eluviación:

La remoción de materiales en un horizonte donde se encuentran «iluviados» o depositados en un horizonte más bajo.

Encalado:

Encalado, es preparar una cubeta con agua y agregarle la cal y pintar troncos de un árbol o palmeras. Pero también se puede referir al aplicar cal agrícola o dolomítica al suelo para mejorar su pH o solo para desinfectar el suelo.

Erosión:

La remoción y movimiento de materiales terrosos a causa del agua, viento, hielo o gravedad, así como a causa de actividades humanas tales como la agricultura o la construcción. Alteración de la superficie de la Tierra por la acción de agentes externos, como las lluvias, el viento

Estructura de los suelos:

La forma de las unidades de suelo (grumos) que se producen naturalmente dentro de un horizonte de suelos. Algunas estructuras de los suelos son granulares, grumosas, prismáticas, columnares o platelares. Los suelos también pueden



carecer de estructura si es que no se conforman en partículas como grumos. En este caso, podrían constituir una masa consolidada o permanecer como partículas individuales (de un solo grano).

Evapotranspiración:

Conjunto de las pérdidas de agua en forma de vapor que pasan a la atmósfera y que son la suma de la transpiración de las plantas y de la evaporación del agua de la superficie del suelo.

Harinosa:

Que tiene la contextura al tacto de la harina de trigo: uniforme y suave, como polvo.

Hidrómetro:

Un instrumento que se basa en los principios de flotación utilizados para medir la gravedad específica de un líquido con respecto a la gravedad específica del agua pura, a una temperatura específica.

Hidromorfía:

Hidromorfía es un estado permanente o temporal de saturación de agua en el suelo que lleva asociado la existencia de condiciones reductoras.

Horizonte:

Una capa individual dentro de los suelos que tiene su propia y única característica (tales como color, estructura, textura u otras propiedades) que la tornan diferente de los demás estratos que forman parte del perfil de los suelos.

Horizontes de suelo:

Una unidad identificable de suelos debido a su color, estructura o textura.

Humus:

Aquella parte del perfil de los suelos que está compuesta de materia orgánica descompuesta perteneciente a plantas y animales muertos y en estado de putrefacción.



Iluviación:

El depósito de materiales transportados por el agua de un horizonte a otro dentro del suelo (tales como arcilla o nutrientes en solución).

Lixiviados:

Escurrecimiento de líquidos a niveles inferiores de un suelo mediante drenaje, arrastrando nutrientes, sales minerales y otros compuestos orgánicos. Una lixiviación de productos químicos puede generar la contaminación de mantos freáticos, acuíferas en general y lavar rápidamente las capas superficiales de un suelo.

Ránker:

Los suelos ránker tienen un pH más o menos ácidos y tienen un humus. Pueden ser fruto de la erosión, si están en pendiente, del aporte de materiales coluviales, o climáticos, como los suelos de tundra y los alpinos.

Rendzina:

Los suelos rendzina se forman sobre una roca madre carbonatada, como la caliza, y suelen ser fruto de la erosión.

in situ:

Vocablo en Latín que significa la posición o ubicación original.

Secano:

Tierra de labor que no tiene riego y solo se beneficia del agua de lluvia. Banco de arena que no está cubierto por el agua o islote árido próximo a la costa.

Tamo

Polvo o paja muy menuda de las semillas trilladas.