

# Caracterización física, química y nematológica de los principales suelos hortícolas en Zamorano, Honduras

Morlan Manuel Sánchez Deshon

301171

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria  
Diciembre, 2000

# 1222

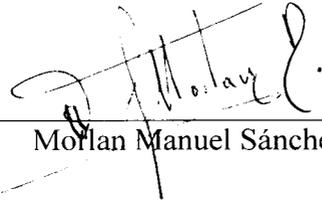
# Caracterización física, química y nematológica de los principales suelos hortícolas en Zamorano, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura

Morlan Manuel Sánchez Deshon

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2000

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

Morlan Manuel Sánchez Deshon

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2000

## DEDICATORIA

A Dios que me dio la fuerza para alcanzar esta meta

A mi familia por todo su apoyo, esfuerzo y sacrificio a lo largo de esta carrera

A Arely por permanecer en todo momento

A todos aquellos que me brindaron su ayuda directa o indirectamente para finalizar este estudio

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de estudiar y ser un egresado de mi querida alma mater

Agradezco a mi familia por todos sus esfuerzos y ánimos para finalizar mis estudios

A Arely por todo su apoyo y comprensión en todo este tiempo

A toda la familia Sánchez, agradezco todas sus atenciones durante mi carrera

A la familia Deshon Méndez por su permanente apoyo

A la familia Aburto por la ayuda que me brindaron

A Teodoro Deshon y Manuel Aburto por su apoyo en todo momento

A Armando Serrano, Ernesto Garay y Bárbara Peña gracias por la enseñanza y apoyo que me brindaron a lo largo de todo este tiempo, mucha suerte

A mis asesores Dr. Pablo Paz, Dra. Margoth Andrews, Ing. José María Miselem e Ing. Antonio Jaco, por toda la ayuda que me brindaron

Al Dr. Raúl Espinal por la oportunidad que me brindó en el proyecto y en su curso

A todos mis compañeros del PIA Rina, Marlon, Rigoberto, Hollman, Luis, Rene un agradecimiento especial y mucha suerte.

A Doña María, Lourdes Gaítan y Maximino en el DPV por su ayuda

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

Agradezco al Dr. Raúl Espinal la oportunidad brindada para financiar mis estudios

## RESUMEN

Sánchez, Morlan. 2000. Caracterización física, química y nematológica de los principales suelos hortícolas en Zamorano, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 75 p.

En las áreas de producción de las zonas hortícolas en Zamorano, existe la preocupación por los bajos rendimientos de los cultivos, a pesar de las actividades de producción realizados en ellos. La hipótesis plantea que probablemente existen problemas físicos (compactaciones), químicos (balance nutricional) o patológicos (nematodos) que reducen los rendimientos. Basándose en estos problemas, el estudio planteó como objetivo caracterizar física, química y nematológicamente los suelos hortícolas de Zamorano. El estudio se realizó en 42 ha de terreno, se tomaron muestras a distancias de 50 × 50 m, tomándose cuatro muestras por hectárea. En laboratorio se determinaron los niveles de N, P, K, Ca, Mg, pH, materia orgánica y la textura del suelo. Se abrieron cuatro calicatas de 1 × 1 × 1 m para determinar las características físicas. Finalmente se tomaron 12 submuestras por hectárea para determinar los niveles de nematodos. En el Centro de Diagnóstico se identificó el género de los nematodos fitoparásitos presentes. La mayor parte de los suelos hortícolas de Zamorano presentan un pH bajo (4.5-5.5) que podrían reducir la disponibilidad de N, P, K, Ca, Mg, S y Mo. De igual manera presentan niveles bajos (<2%) y medios (2-4%) de materia orgánica, que están relacionado a las bajas cantidades de N total presentes. El balance de los nutrientes K, Ca y Mg indicó que los niveles de K en el suelo se encuentran inhibiendo al Mg y el Ca. Las condiciones físicas actuales indican que hay una alta resistencia a la penetración, alta compactación y un pie de arado a 15 cm de profundidad que reduce el desarrollo de las plantas y por lo tanto los rendimientos. El diagnóstico nematológico indica que existen varios géneros de fitonematodos, pero los que han podido causar daño son los géneros *Meloidogyne*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Paratylenchus* y *Tylenchorhynchus*. Todos estos factores probablemente han afectado el rendimiento de los cultivos hortícolas, por lo tanto es necesario establecer un plan de manejo de pH, materia orgánica, nutrientes, condiciones físicas y nematodos.

**Palabras claves:** Compactación de suelo, géneros de fitonematodos, materia orgánica, pH, penetración, pie de arado

  
Abelino Pitty, Ph. D

## **Nota de prensa**

### **LA SALUD DEL SUELO: SECRETO PARA OBTENER ALTOS RENDIMIENTOS EN CULTIVOS HORTICOLAS**

Todo productor agrícola, se plantea como objetivo principal obtener los máximos rendimientos de su cultivo por unidad de área, para con ello tener un negocio altamente rentable. Muchos productores tratan de alcanzar esa meta, sin antes comprender como funcionan los sistemas productivos.

Es necesario reconocer que los resultados de cualquier plantación no sólo dependen del factor plaga, fertilizante o condiciones ambientales, si no, que es una interacción entre todos los factores limitantes de rendimiento.

Entre estos factores está el suelo, un material en el que todas sus partes nutrientes, agua, materia orgánica, microorganismos y sus condiciones propias, están en continua interacción y del balance de éstas interacciones, depende la calidad de las plantaciones. Es decir, el suelo es donde se encuentra el secreto para ser eficientes en la producción de vegetales.

Estudios realizados en Zamorano demuestran que las condiciones físicas de un suelo (compactaciones), químicas (contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica y pH) y fitosanitarias (poblaciones de nemátodos) constituyen indicadores de la calidad que se pueden tener en una determinada área. El estudio indica que los productores pueden tomar cada elemento como referencia, para aplicar medidas correctivas si son necesarias o mantener el manejo de los campos, si las interacciones en el suelo son las adecuadas.

Los resultados de la investigación indican que suelos ácidos (4.5 – 5.5), pueden crear problemas potenciales con nutrientes importantes para la planta como el fósforo, potasio, calcio y magnesio ya que reducen su presencia en la plantación provocando bajo rendimiento.

Iguals resultados de pobres rendimientos, se pueden obtener si las cantidades de nutrientes no están balanceadas. De acuerdo a los resultados, si se presentan altas cantidades de potasio pueden afectar la absorción del magnesio, si éste se encuentra en bajas cantidades. El mismo comportamiento se observaría, si existiesen altas cantidades de calcio que podría causar problemas con la absorción de magnesio.

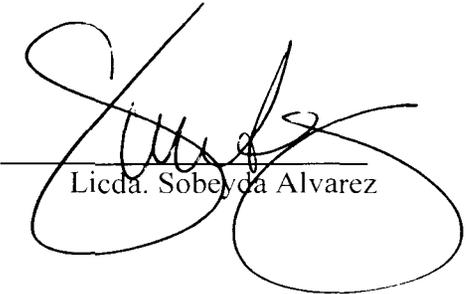
Sin embargo, este no es el único problema que puede presentar el suelo. Recordando lo manifestado en párrafos anteriores, en el suelo existen todo tipo de relaciones que afectan el rendimiento. Puede existir el pH y el balance nutricional adecuado, pero pueden existir problemas con las condiciones físicas de los suelos.

Según los datos de la investigación realizada en las áreas de producción de vegetales en Zamorano, el uso inadecuado de la maquinaria agrícola puede dar una serie de compactaciones que afectan las condiciones del cultivo.

Lo anterior se debe a que la compactación afecta el drenaje de los suelos, el crecimiento radicular de las plantas, la capacidad de sostén de las plantas por un mal anclaje. Otro problema lo representan plantas enfermas por el encharcamiento de los suelos que aumenta la proliferación de enfermedades. Además, las plantas crecen débiles por no tener un crecimiento radicular necesario para la absorción de nutrientes.

Finalmente al producir vegetales tan sensibles a problemas sanitarios, se debe considerar los niveles de plagas existentes en el suelo. El estudio revela que los nemátodos fitoparásitos, que en muchas ocasiones no muestran efectos perceptibles por su daño minúsculo, pueden causar problemas serios al reducir los rendimientos de la plantación.

Se recomienda que es necesario analizar los suelos en que se establecerán los productos hortícolas antes de iniciar una plantación, considerar los problemas nutricionales, físicos y fitosanitarios que puedan presentarse en el área y de acuerdo a ello, establecer los planes de acción para mejorar las condiciones del suelo o mantenerlas si ya son las óptimas.



Licda. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Autoría .....	ii
Páginas de firmas .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos .....	v
Agradecimiento a patrocinadores .....	vi
Resumen .....	vii
Nota de prensa .....	viii
Contenido .....	x
Indice de cuadros .....	xi
Indice de anexos .....	xii
<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISION DELITERATURA .....</b>	<b>4</b>
<b>3. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>8</b>
3.1 Recolección de muestras para estudio químico y físico .....	8
3.2 Recolección de muestras para diagnóstico nematológico .....	10
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>12</b>
4.1 Características químicas .....	12
4.1.1 pH .....	12
4.1.2 Materia orgánica .....	18
4.1.3 Balance de cationes .....	21
4.2 Características físicas .....	28
4.2.1 Resistencia a la penetración .....	29
4.2.2 Densidad aparente .....	29
4.2.3 Pie de arado .....	30
4.3 Poblaciones de nematodos .....	30
4.3.1 Nematodos endoparásitos .....	38
4.3.1.1 <i>Helicotylenchus</i> .....	38
4.3.1.2 <i>Meloidogyne</i> .....	38
4.3.1.3 <i>Ditylenchus</i> .....	39
4.3.1.4 <i>Pratylenchus</i> .....	39
4.3.1.5 <i>Rotylenchulus</i> .....	39
4.3.2 Nematodos ectoparásitos .....	40
4.3.2.1 <i>Paratylenchus</i> .....	40
4.3.2.2 <i>Tylenchus</i> .....	40
4.3.2.3 <i>Tylenchorhynchus</i> .....	41
4.3.3 Poblaciones de nematodos por parcela .....	41
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>44</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>45</b>

## INDICES DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Reacciones de los suelos dedicados a agricultura orgánica (pH) .....	12
2. Parcelas con pH fuertemente ácido en zona II .....	13
3. Suelos con pH moderadamente ácido zona II .....	14
4. Suelos con pH levemente ácido zona II .....	15
5. Suelos con pH fuertemente ácido en invernadero zona III .....	16
6. Suelos con pH moderadamente ácido zona III .....	16
7. Suelos con pH levemente ácido zona III .....	17
8. Niveles de materia orgánica (%) en suelos dedicados a Agricultura Orgánica	18
9. Contenido de materia orgánica en los suelos de zona II .....	19
10. Contenido de materia orgánica en los suelos de zona III .....	20
11. Resultados de los índices para cada muestra en los lotes de .....	21
Agricultura Orgánica	
12. Resultados de los índices por cada muestra en los lotes de zona II .....	23
13. Resultados de los índices de cada muestra de los lotes de zona III .....	26
14. Poblaciones de nemátodos en suelos hortícolas .....	32

## INDICE DE ANEXOS

Figura		Pag.
1.	Resultados de análisis químico de Laboratorio de suelos	46
2.	Mapas de las variables evaluadas en campo	52
3.	Cálculo de los índices de balance nutricional	69
4.	Frecuencia de aplicaciones de materia orgánica y cal	74

## 1. INTRODUCCION

Actualmente la población mundial presenta un crecimiento paulatino. Según la FAO (1989), la tasa de crecimiento poblacional está situada entre el tres y cuatro por ciento anual; datos que están proyectados hasta el presente año 2000. Ello representa una demanda cada vez mayor de alimentos la cual debe ser satisfecha con los suelos que se poseen en la actualidad, los que son cada vez mas limitados por la degradación a la que han sido sometidos en el tiempo. A la vez, esta limitación ha sido propiciada por el avance del hombre sobre las tierras para ser utilizadas como centros urbanos, lo anterior permite observar que el satisfacer la demanda creciente de alimentos, es y será un reto para los profesionales de las ciencias agrícolas dadas las dificultades que se presentan.

En las áreas de producción actuales se están utilizando diferentes prácticas orientadas a alcanzar los mejores rendimientos por unidad de área y responder al reto, prácticas como el uso de híbridos, altas densidades de siembra, nutrición y manejo de plagas y enfermedades. Siendo estos dos últimos fundamentales para la obtención de altos rendimientos.

En las áreas de producción de cultivos intensivos de El Zamorano se han presentado limitantes en el rendimiento de los diferentes cultivos, los cuales a pesar de tener una apariencia física acorde con las actividades realizadas sus niveles de producción no llenan las expectativas deseadas (Miselem, 2000) <sup>1</sup>.

Esta reducción del potencial productivo de los cultivos probablemente pueda deberse a problemas en el balance nutricional en el suelo, ya que altas cantidades de un elemento pueden estar inhibiendo la absorción de otros. También puede darse el caso de que el pH existente en el medio este limitando la disponibilidad de algún mineral y la planta no lo esté aprovechando. Es posible también que la actividad microbiológica del suelo no sea la adecuada y la mineralización de los nutrientes para que los pueda absorber la planta está por debajo de la demanda nutricional del cultivo, lo cual puede ser un factor limitante en la absorción de estos.

Además, los problemas pueden tener su origen por las condiciones físicas de los suelos, compactaciones por el uso excesivo de maquinaria afectan la profundidad efectiva de las raíces, drenaje, capacidad de retención de agua, aireación, retención de nutrientes de la planta y la capacidad de sostén del suelo (D. Foth, 1985), todos estos elementos anteriores constituyen limitantes para el desarrollo normal de los cultivos y el aprovechamiento de los diferentes nutrientes del suelo lo que al final se refleja en los rendimientos.

---

<sup>1</sup> Miselem, José M. 2000. Comunicación personal

Por otro lado, existe el problema que pueden ocasionar plagas como los nematodos que disminuyen significativamente los rendimientos una vez que han realizado su ataque, siendo que en El Zamorano en especial los nematodos del género *Meloidogyne* spp. han representado un problema (Jaco, 2000)<sup>2</sup> Por tal motivo, es importante tener presente que la actividad de los nematodos fitoparásitos ocasionan una reducción en los rendimientos desde un 50% hasta un 90 % (Castaño – Zapata, 1994), afectando la traslocación de nutrientes y propiciando las condiciones para la penetración de otros patógenos a las plantas, que provocarán futuras pérdidas en las plantaciones (Scholaen, 1997).

El presente estudio tuvo los siguientes objetivos generales y específicos.

### **Objetivo general**

- Definir las características físicas, químicas y nematológicas de los principales suelos hortícolas en El Zamorano.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar los lotes principales de horticultura en lo que respecta a condiciones químicas.
- Analizar el balance nutricional de los macronutrientes de estos suelos.
- Definir las características físicas de compactación, drenaje y pie de arado de los suelos de esta área de producción.
- Cuantificar e identificar las principales géneros de nematodos parasíticos para cada lote de producción.

Del estudio se pudo haber obtenido una mayor información en cuanto a la disponibilidad de micronutrientes, curvas de retención de humedad de las parcelas de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos. Sin embargo, el factor económico constituye una limitante para esta investigación, el cual determinó el total de área a muestrear y la cantidad de muestras a tomar por unidad de área.

Sin embargo, los resultados que se obtuvieron de este estudio son un punto de partida para determinar indicadores potenciales que pueden estar limitando la productividad de estos suelos, permitiendo a la vez poner en práctica posibles soluciones a estos problemas.

---

<sup>2</sup> Jaco, Antonio. 2000. Comunicación personal

Así, La Zamoempresa de Cultivos Intensivos del Zamorano, determinará las posibles causas ya sean químicas, físicas o nematológicas que pueden estar afectando los rendimientos de las hortalizas por unidad de área.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Es importante comprender el funcionamiento del suelo en sí, debido a la importancia de sus constituyentes químicos, físicos y población de organismos perjudiciales, los cuales ejercerán influencias sobre el potencial de rendimiento de los cultivos.

Según Domínguez, (1997) para un óptimo desarrollo de los cultivos el suelo debe de tener la capacidad de suministrar todos y cada uno de los elementos nutritivos, en la forma, cantidad y momento adecuado, ya que el aprovechamiento de estos nutrientes, esta determinado por las condiciones químico-físicas que existan en el medio, las cuales definen si hay una absorción de los nutrientes por parte de la planta. Sin embargo, no hay que omitir el componente biológico del suelo el cual proporciona características importantes al mismo, tales como una mejor retención de humedad, aireación, drenaje, etc.

Lo enunciado anteriormente, es la razón principal para que los elementos nutricionales se encuentren en balance en la solución de suelo. Desequilibrios en los componentes químicos pueden significar reducciones de rendimiento. Relaciones antagónicas como K:Ca, K:Mg y Ca:Mg pueden resultar en pérdidas tanto en la calidad de los productos como en la producción del cultivo.

Estas relaciones deben estar en determinados índices para que no existan antagonismos entre estos elementos, dichas relaciones deben de tener los siguientes índices según el Manual del Laboratorio de Suelos de Zamorano, (s.f):

Ca: Mg            4:1 Si es menos de 4 hay deficiencia de Ca  
                      15:1 Si es más de 15 hay exceso de Ca y deficiencia de Mg

Mg: K             2:1 Si es menos de 2 hay deficiencia de Mg  
                      14:1 Si es más de 14 hay exceso de Mg y deficiencia de K

Ca: K             15:1 Si es menos de 15 hay deficiencia de Ca  
                      35:1 Si es más de 35 hay exceso de Ca y deficiencia de K

Ca + Mg/ K      25:1 Si es menos de 25 hay deficiencia de Ca y Mg  
                      40:1 Si es más de 40 hay exceso de Ca + Mg y deficiencia de K

Además de la importancia de los nutrientes en el desarrollo de los cultivos, existen elementos que resultan de importancia para reducir la incidencia de enfermedades. Experimentos realizados evaluaron diferentes dosis de K y la incidencia de *Cercospora* (*Cercospora kikuchii*) en el cultivo de la soya (*Glycine max*) encontraron

que al aumentar los niveles de K la incidencia de la enfermedad tendía a reducirse (INPOFOS, 1997).

Así, además de las interacciones antagónicas que pueden afectar los rendimientos el pH constituye otro factor limitante en la disponibilidad de los elementos nutricionales, suelos ácidos con pH entre 4–5 significan una reducción de la disponibilidad de los nutrientes importantes para el desarrollo de un cultivo, tales como el N, P, K y S, además de que se vuelven solubles componentes químicos tóxicos como el Al (INPOFOS, 1997).

En ambos casos, el mal manejo de los suelos puede provocar desequilibrios químicos de nutrientes y acidez, los cuales afectarán los rendimientos de los cultivos y la calidad de los productos.

La complejidad del suelo no se detiene ahí, los factores químicos son solo una parte sustancial que determinan el potencial para un cultivo. Pueden existir otros problemas, como los de tipo físico que igualmente pueden presentarse como un factor limitante para obtener altos rendimientos de un cultivo.

En estas condiciones físicas, es importante tener en cuenta que el sistema radicular presenta exigencias para su desarrollo, por lo que se hace absolutamente necesario el conocimiento de las características físicas básicas de un suelo para poder analizar, interpretar y dar soluciones correctas a posibles problemas que puedan presentarse (Domínguez, 1997).

Como lo menciona Sánchez (1981), las propiedades físicas del suelo tienen la responsabilidad del transporte del aire, calor, del agua y de las sustancias solubles del suelo, por lo tanto, condiciones de compactación por ejemplo afectarían cada una de las actividades mencionadas anteriormente afectando probablemente la aireación, el desarrollo radicular y el flujo del agua del medio.

Para ver los efectos que puede producir una compactación de suelo, el estudio realizado en el cultivo de arroz (Sánchez, 1981), mostró que los rendimientos del cultivo aumentaban linealmente conforme la profundidad efectiva de enraizamiento aumentaba, probablemente se presentaban las condiciones de desarrollo óptimas en el componente suelo que permitía un mejor anclaje y desarrollo de las plantas.

Tisdale *et al.* (1993) manifiesta que en ensayos realizados en plantas de “Snapdragons” evaluando diferentes concentraciones de oxígeno y su efecto en el tamaño de las plantas y la cantidad de materia seca producida, se encontró que a medida que aumentaba la cantidad de oxígeno en el medio aumentaban tanto la altura como los rendimientos de materia seca, probablemente ello era debido al efecto de la densidad aparente del suelo en el desarrollo del cultivo.

El ejemplo arriba descrito de las plantas “Snapdragons”, manifiesta el efecto que pueden tener suelos con una alta compactación o alta densidad aparente. Efectos como, pobre crecimiento radicular, encharcamientos que pueden provocar una mayor

proliferación de enfermedades, pobre anclaje de las plantas, etc, todo lo cual potencialmente podría reducir los rendimientos de cualquier cultivo.

Otro indicador de la calidad física de un suelo puede ser el color mismo. Según Cavazos *et al.* (1992), la coloración permite hacer predicciones del contenido de materia orgánica o bien de problemas relacionados a la calidad de drenaje del suelo, para tener un indicador certero de la coloración de un suelo se hace uso de las tablas Munsell.

Hay que tener presente que las dos limitantes de rendimiento mencionadas, químicas y físicas, no actúan individualmente sino que interactúan en el medio provocando una serie de reacciones físico – químicas que son las que determinarán en gran medida el destino final de los nutrientes en el suelo.

Finalmente, al hablar de suelos es indispensable hablar de otro componente de la vida del suelo, los microorganismos. Si bien en su interior encontramos según Tan (1998), una serie de organismos importantes para la descomposición de la materia orgánica y la oportuna mineralización de los nutrientes, existen organismos perjudiciales que afectan el desarrollo de la vida de un cultivo, tal es el caso de los hongos, bacterias (causantes de enfermedades) y nematodos fitoparásitos.

Estos últimos merecen una especial atención, pues producen un daño no perceptible en algunos casos, pero tales daños pueden llegar a significar una pérdida de un 50 a 90 % de rendimiento (Castaño – Zapata, 1994).

Los problemas de los nematodos fitoparásitos no están dados únicamente por la formación de agallas (no todas las especies las causan), también según Scholaen (1997), las heridas que causan facilitan la penetración de hongos y bacterias fitopatógenas que potencialmente pueden causar daños secundarios mayores y la consiguiente reducción de rendimientos.

La presencia de estos organismos en el suelo está relacionado a diferentes factores muy importantes a considerar como es el manejo adecuado del suelo en cuanto a rotaciones, monocultivos, eliminación de organismos competidores, etc. Conjuntamente a estas condiciones a considerar, existen otras como las ambientales que también determinan la presencia de un nematodo fitoparásito.

Un ejemplo de los factores mencionados lo constituye la temperatura. Según Krall (1990), para el nematodo fitoparásito del género *Rotylenchus* su patogenicidad está relacionada a la temperatura, a medida que esta incrementa el desarrollo de los organismos se ve afectado, reflejándose ello en aumentos poblacionales y un mayor daño en el cultivo.

Por tal motivo, probablemente si existen poblaciones significativas de un nematodo fitoparásito en un suelo y las temperaturas tienden a subir, estas poblaciones podrán incrementarse y causar un mayor daño en los cultivos.

Una última pero importante consideración, es tratar siempre de identificar el nematodo parasítico que está causando el daño. Una identificación por ejemplo, de

*Pratylenchus* o *Radopholus* permite saber que estos son endoparásitos migratorios, los cuales según Stirling (1991), presentan la característica de permanecer en las raíces de las plantas por mucho tiempo sin causar un daño, pero bajo condiciones de estrés del cultivo su patogenicidad se activa ocasionando las pérdidas de eficiencia productiva de la plantación.

Lo anterior es de utilidad, ya que permite comprender qué condiciones inadecuadas del cultivo pueden proporcionar las condiciones de susceptibilidad de la planta y esta pueda ser atacada por estos parásitos o cualquier otro patógeno.

Así también, el reconocer las habilidades de parasitismo de los nematodos tales como endoparasitismo, ectoparasitismo, endoparásitos sedentarios, sedentario semi-endoparásito y endoparásitos migratorios (clasificación según Stirling, 1991), permite formular hipótesis del control potencial que podrían tener estos organismos a través de parasitismo o depredación por parte de otros organismos del suelo o a través de productos comerciales para el control biológico.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 RECOLECCION DE MUESTRAS PARA ESTUDIO QUIMICO Y FISICO

El estudio se llevó a cabo en los principales lotes de producción de Zona II y zona III del área de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos, en El Zamorano. Se muestrearon aproximadamente 42 ha de suelo. Se inició el estudio cuadriculando las parcelas a 50 m x 50 m, con lo que se tenían cuatro puntos de muestreo por ha, diferenciando las muestras para cada lote de producción.

El objetivo de las cuadrículas fue el de sistematizar las áreas de muestreo, para obtener información más precisa acerca de los cambios existentes en los niveles de nutrientes, propiedades físicas y poblaciones de nemátodos de un área a otra, permitiendo a futuro poder realizar tratamientos puntuales para cada zona y no generalizar para todo, pues posiblemente no todas las áreas ocuparán las mismas prácticas de manejo.

En cada uno de los sitios equidistantes se tomaron de 8–12 submuestras que conformaron una muestra compuesta homogenizada, estas se recolectaron a una profundidad de 25 – 30 cm utilizando tubos Hoffer para realizar la extracción tomándose un total de 120 muestras.

Una vez obtenidas las muestras se enviaron a laboratorio donde se les realizó un análisis químico y físico, obteniéndose los datos de niveles de N, P, K, Ca, Mg, pH, textura y M. O.

A partir de los niveles de nutrientes obtenidos se realizó el análisis del balance de los lotes. Para ello primeramente los datos de K, Ca y Mg fueron transformados de ppm a miliequivalentes usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Meq K} = \text{K ppm} / 390$$

$$\text{Meq Ca} = \text{Ca ppm} / 200$$

$$\text{Meq Mg} = \text{Mg ppm} / 120$$

Una vez obtenidos los datos de miliequivalente se relacionaron los valores para observar las interacciones existentes por cada muestra de cada lote, obteniéndose las siguientes interacciones:

Ca : Mg  
 Mg : K  
 Ca : K  
 Ca + Mg : K

Relacionando los datos de la siguiente manera:

Meq Ca / Meq Mg  
 Meq Mg / Meq K  
 Meq Ca / Meq K  
 Meq Ca + Mg / K

Los índices obtenidos de cada una de estas interacciones se compararon con los que deberían de existir para que exista un balance según parámetros utilizados por el Laboratorio de Suelos de El Zamorano, los índices son los siguientes:

Ca / Mg =	4-15
Mg / K =	2-14
Ca / K =	15-35
Ca + Mg / K =	25-40

Otro factor evaluado fue el pH, el cual permitió establecer posibles causas que están afectando la disponibilidad de los diferentes nutrientes y con ello el rendimiento de los cultivos.

Por otro lado el diagnóstico de Laboratorio incluyó un análisis de las diferentes texturas de suelo. A partir de ellas se realizaron aperturas de calicatas 1m x 1m x 1m, dada la uniformidad de los suelos para la textura franco arenosa, se realizaron cuatro calicatas (cada 10 ha), para aumentar la representatividad de las características físicas.

En estas calicatas se observó el pie de arado, densidad aparente y la profundidad efectiva de las raíces, estableciendo las respectivas relaciones como posibles limitantes de los rendimientos de los cultivos.

Al momento de realizar la apertura de las calicatas se observaron las características de color de suelo, haciendo uso de las tablas Munsell, estas nos permitieron establecer relaciones entre el color de los suelos y contenido de materia orgánica o bien observar si existen problemas con el drenaje.

### **3.2 RECOLECCION DE MUESTRAS PARA EL DIAGNOSTICO NEMATOLOGICO**

Se tomaron muestras independientes a las del análisis químico-físico para analizar las poblaciones de nematodos por lote de producción, tomando 12 submuestras por ha que formaron una muestra compuesta.

Para la extracción de las muestras se utilizaron tubos Hoffer, siendo tomadas a una profundidad de 25–30 cm y colocado todo el material en bolsas plásticas las cuales fueron protegidas del sol. El suelo recolectado fue enviado al Centro de Diagnóstico de Protección Vegetal de Zamorano para la extracción y la posterior identificación y cuantificación de los nematodos.

El método de extracción utilizado fue el de centrifugación–flotación que se realizó de la siguiente manera:

Se destruyeron los terrones quedando un material fino que posteriormente fue homogenizado.

Se preparó una solución de agua azucarada en una proporción de 454 g de azúcar por un litro de agua que fue utilizada para la extracción. El objetivo de utilizar esta solución es tener un medio con una mayor densidad en el cual los nematodos puedan flotar y las impurezas (suelo, arena, etc) sean sedimentadas como consecuencia de la centrifugación, y de esta manera obtener una extracción representativa.

Luego fueron medidos en un beaker 100 cc de suelo ya homogenizados

Este suelo fue colocado en una licuadora con 300 cc de la solución azucarada, y se realizaron dos licuados de cinco segundos cada uno

La mezcla obtenida fue colocada en seis tubos de ensayo plásticos de 50 ml que a continuación fueron centrifugados por dos minutos a 2500 rpm

El material en suspensión obtenido de la centrifugación fue derramado sobre un tamiz de 20 mesh, el cual estaba montado sobre otro de 200 mesh y este a su vez sobre uno de 400 mesh. Desde este último son recolectados los nematodos.

A continuación el material retenido en el tamiz, partículas muy finas y nematodos, fue recolectado en un tubo de ensayo a través de un embudo, donde se recolectaron 30 cc de muestra para luego ser observada al microscopio.

De la muestra anterior se tomaron dos  $\text{cm}^3$  para hacer las observaciones al microscopio.

El diagnóstico nematológico consistió en la identificación de los géneros fitoparásitos y los no fitoparásitos, estos últimos fueron agrupados como benéficos.

Una vez con los resultados de la identificación se evaluaron niveles poblacionales y las posibles relaciones con cultivos anteriores o los que actualmente están siendo cultivados y definir con ello si existen poblaciones de nematodos fitoparásitos perjudiciales.

Al tener los datos de todas las variables que se observaron, se realizó una tabulación de los mismos agrupándolos según el área de producción (Agricultura orgánica, Zona II y Zona III) y según las características de la variable que se estaba analizando.

Así también, se construyeron mapas de distribución de las diferentes variables para ver el comportamiento de ellas

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 CARACTERISTICAS QUIMICAS

#### 4.1.1 pH

El pH de un suelo está dado por la cantidad de iones de hidrógenos que existen en él y define su relativa condición ácida o básica. Entre mayor el número de iones la acidificación será mayor.

Esta característica química es muy importante debido a que afecta la disponibilidad de nutrientes que existen en el suelo y propicia las condiciones para que se den otras reacciones que pueden resultar negativas. El conocer esta acidez permite tomar decisiones adecuadas que conllevan a mantener o mejorar las condiciones de pH de un suelo, dada las características que presente.

A continuación se presentan los resultados de pH de los lotes de producción de las áreas de cultivos intensivos. (Anexo 1).

#### Resultados de pH para los suelos de Agricultura Orgánica.

Todos los sitios de muestreo que presentaron un pH entre 5.5–6.0 son suelos moderadamente ácidos, aquellos puntos con pH entre 6.0–6.5 pertenecen a la clasificación de suelos levemente ácidos (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Reacciones de los suelos dedicados a Agricultura Orgánica (pH)

Muestra	Lote (pH)			
	1	2	3	4
1	5.98	5.95	5.95	6.32
2	5.89	6.10	6.11	6.38
3	5.92	5.50	5.89	5.62
4	5.65	5.60	5.92	5.96
<b>Promedio</b>	<b>5.86</b>	<b>5.78</b>	<b>5.97</b>	<b>6.07</b>

La mayor parte de puntos de los lotes de agricultura orgánica son de característica moderadamente ácida. Por lo que bajo estas condiciones es probable que se insinúen problemas con deficiencias de nutrientes como P, K, Ca, Mg y Mo. Siendo el elemento más afectado a este pH el P ya que la solubilidad de este es pobre probablemente por que reacciona con elementos como el Fe.

Los resultados de laboratorio (Anexo 1) muestran sin embargo, que los niveles de disponibilidad de P, K y Ca aún no han sido afectados por el pH y se encuentran en altas cantidades, según el método utilizado para el análisis. Es probable que los problemas con estos nutrientes puedan presentarse si continuase una acidificación del suelo.

Caso contrario, los niveles de Mg se observan bajos, probablemente se deba al efecto del pH en su disponibilidad o al efecto de agotamiento del nutriente en las áreas como resultado del aprovechamiento continuo del elemento, sin que los suelos hayan recibido una enmienda en los últimos años. Además, pueden existir en estas áreas problemas con el Mo que al igual que el Mg no se encuentre disponible limitando ambos el potencial productivo de los cultivos que se establezcan en estas áreas.

En los puntos de muestreo donde el pH osciló entre 6.0–6.5 los problemas de no disponibilidad de nutrientes son mínimos o no existen, dado que entre este rango de pH están disponibles todos los nutrientes y los problemas con Mg se presentarían dado que se encuentra en bajas cantidades en el suelo.

### Resultados de pH para los suelos zona II

En general, todos los puntos de las muestras que presentan un pH que está entre 4.93–5.5 son clasificados como suelos fuertemente ácidos. Aquellos que presenten pH desde 5.5 hasta 6.0 entran en la clasificación de suelos moderadamente ácidos (Cuadro 2).

### Suelos con pH fuertemente ácido

**Cuadro 2.** Parcelas con pH fuertemente ácido en zona II

Muestra	Lote (pH)				
	5	9	10	11	16
1	5.4	4.99	5.95	5.02	4.93
2	5.57	5.20	5.50	5.18	4.73
3	5.08	5.33	5.69	5.63	4.84
4	5.18	5.58	5.22	5.51	4.97
5	5.23				
6	5.44				
<b>Promedio</b>	<b>5.31</b>	<b>5.27</b>	<b>5.59</b>	<b>5.33</b>	<b>4.86</b>

La mayor parte de las muestras de estas parcelas presentan características fuertemente ácidos, por lo que en estas condiciones es probable esperar que se presenten problemas de deficiencias nutricionales tanto de macro como micronutrientes.

Problemas con N, P, K, Ca, Mg, S y Mo son los que potencialmente podrían presentarse en el campo. Sin embargo, los datos recolectados indican (Anexo 1) que los niveles de P, K, Ca no se han visto afectados por este rango de pH y las cantidades en el suelo son significativamente altas, esto probablemente se debe a la fertilización continua de estos suelos.

Por otro lado, el Mg presenta una situación contraria, este elemento se presenta en bajas cantidades en el suelo, como resultado del manejo intensivo que han recibido estos. En estas áreas la tasa de reposición del nutriente no ha igualado a su tasa de absorción propiciando el déficit existente.

Otro problema asociado con estos niveles de pH, son los que se pueden presentar por las concentraciones de Al que empieza a encontrarse en estas condiciones, ya que según lo observado en los resultados del análisis de suelo las parcelas tienen condiciones fuertemente ácidas. Este elemento en altas concentraciones puede causar intoxicaciones a las plantas, teniendo con ello problemas en la densidad de plantas y el comportamiento normal del cultivo

Este pH fuertemente ácido ha sido ocasionado probablemente por los dos factores siguientes:

1. Las aplicaciones de cal no han sido tan frecuentes en aquellos lotes que necesitan elevar su pH, no habiendo un proceso de neutralización de la acidez quedando ésta presente en el medio.
2. La fuente de fertilizante usada (urea y otros) y la intensidad con que está siendo utilizada, son causantes de la acidificación del suelo.

### Suelos con pH moderadamente ácido

**Cuadro 3.** Suelos con pH moderadamente ácido zona II

Muestra	Lote (pH)					
	13	18	20	22	23	24
1	6.08	5.60	5.89	5.31	5.94	5.75
2	5.91	5.65	5.90	5.79	5.53	5.74
3	5.68	5.23	5.85	5.50	5.71	5.73
4	5.36	5.68	5.88	5.96	5.73	5.65
<b>Promedio</b>	<b>5.75</b>	<b>5.54</b>	<b>5.88</b>	<b>5.64</b>	<b>5.72</b>	<b>5.71</b>

Los suelos que entran bajo esta clasificación de suelos con pH moderadamente ácido (Cuadro 3) son aquellos que comprenden los rangos de pH que van desde los 5.5 hasta 6.0. Las muestras tomadas de estos suelos si bien es cierto presentan algunos puntos que salen fuera de esta clasificación, la mayor parte de sitios caen dentro de este grupo.

Estas condiciones de acidificación pueden traer problemas con el rendimiento de los cultivos, situación que se puede dar como consecuencia de la falta de disponibilidad de nutrientes. En estos niveles de pH es de esperarse que los problemas con K empiecen a ser incipientes, acentuándose a medida que éste se reduce. Así también, que los problemas con nutrientes más sensibles en estas condiciones como P, Ca, Mg, empiecen a manifestarse en la plantación dado que posiblemente no se encuentren disponibles.

Sin embargo, los resultados obtenidos (Anexo 1) indican que las cantidades de P y Ca en el suelo son altas, debido probablemente al programa de fertilización que se ha utilizado por lo que el pH aún no es un factor limitante hasta este momento, pero que se puede convertir en un problema potencial como un factor que afecte la disponibilidad de P y Ca.

Por otro lado, el Mg presenta un comportamiento diferente en todos los puntos muestreados (Anexo 1), éste se está presentando en bajas concentraciones en estas áreas productivas, por lo que es importante considerarlo como un probable factor limitante de rendimiento. Estas cantidades posiblemente son bajas como resultado de las condiciones de acidez existentes o por el agotamiento del elemento en el suelo y su falta de reposición.

Es probable que las condiciones de acidez de estos suelos, un poco menos perjudiciales que las de pH fuertemente ácido, probablemente se deban a que la frecuencia del encalamiento ha sido más alta en estos lotes.

### Suelos con pH levemente ácido

**Cuadro 4.** Suelos con pH levemente ácido zona II

Muestra	Lote (pH)			
	7	12	14	17
1	6.41	6.25	6.04	5.98
2	5.97	6.07	6.45	6.09
3	6.23	5.78	6.14	6.21
4	6.23	6.17	6.00	5.85
<b>Promedio</b>	<b>6.21</b>	<b>6.06</b>	<b>6.15</b>	<b>6.03</b>

Los suelos con pH levemente ácido son aquellos que tienen un rango de pH desde 6.0 hasta 6.5. Por lo que dada las condiciones de pH encontradas en estos lotes (Anexo 1), pueden ser clasificados como suelos levemente ácidos (Cuadro 4), en el cual la mayor parte de los cultivos se desarrollan sin ningún problema.

Ello se debe probablemente a que en estas condiciones los problemas de deficiencia de nutrientes no existen, es decir que los elementos dentro del rango de pH de suelos levemente ácidos pueden ser absorbidos por la planta sin ningún problema, y de presentarse problemas de rendimientos en ellos se deberá a otras razones pero no a deficiencias nutricionales como consecuencia del pH.

Sería de esperar que en estos niveles de pH todos los nutrientes se encuentren disponibles y en cantidades adecuadas. Sin embargo, el Mg aún dentro de estos niveles se presenta en bajas cantidades por lo que probablemente el déficit de este elemento se deba a un agotamiento del nutriente en el medio. Tal situación que posiblemente ha sido propiciada por el aprovechamiento intensivo del nutriente sin existir una reposición del mismo.

## Resultados de pH para los suelos de Zona III

### Suelos con pH fuertemente ácido

**Cuadro 5.** Suelos con pH fuertemente ácido en invernaderos de zona III

Muestra	Invernadero (pH)	
	B	D
1	5.60	4.64
2	5.39	4.74
<b>Promedio</b>	<b>5.49</b>	<b>4.69</b>

Luego de observar los niveles de pH de estos lotes se puede decir que el 75 % de los sitios muestreados presentan las características de suelos con pH fuertemente ácido con rangos que van desde 4.64 hasta 5.39 (Cuadro 5) (Anexo 1). En estas parcelas las deficiencias nutricionales es muy probable que se hagan presentes. Tal situación es propiciada por el pH existente, el cual afecta la disponibilidad de nutrientes importantes para el desarrollo de las plantas.

Los elementos que pueden verse afectados son el N, P, K, Ca, Mg, S y Mo, siendo también que pueden presentarse problemas adicionales de toxicidades con el Al ya que éste se vuelve soluble bajo estas condiciones, si es que existen las cantidades suficientes de éste.

El análisis de las muestras de P, K, Ca y Mg (Anexo 1), indican que nutrientes como el P, K y Ca se encuentran en niveles altos en el suelo, no siendo afectada su disponibilidad para las plantas, pero pudiéndose convertir en un problema si las condiciones de pH continúan de la misma manera. Igual situación presenta el Mg, el cual se presenta en niveles medios no siendo afectado aún por el pH del medio.

Estas condiciones de pH fuertemente ácidos, es probable que estén asociadas a la poca frecuencia de enclavamiento en estas áreas en años pasados y al uso intensivo de fertilizantes nitrogenados a base de urea y fosfato diamónico (18 – 46 – 0), el cual al estar en la solución de suelo son convertidos a amonio el cual es capaz de liberar hidrógeno al medio que contribuirán probablemente a la continua reducción de pH.

### Suelos con pH moderadamente ácido

**Cuadro 6.** Suelos con pH moderadamente ácido zona III

Muestra	Lote (pH)				
	A	C	30	35	41
1	6.04	5.80	5.85	5.87	6.00
2	5.84	6.04	6.08	5.80	5.79
3	5.33		5.96	5.61	5.60
4			5.56		5.77
5					5.61
6					5.43
<b>Promedio</b>	<b>5.74</b>	<b>5.92</b>	<b>5.86</b>	<b>5.76</b>	<b>5.70</b>

Los suelos que poseen un pH moderadamente ácido presentan rangos de pH desde 5.5 hasta 6.0. Por lo tanto, dado los niveles de pH observados en estos lotes en Zona III (Cuadro 6) (Anexo 1) se puede decir que la mayor parte de sitios muestreados de estas áreas entran dentro de este rango de clasificación.

Aquí las deficiencias nutricionales de las plantas potencialmente podrían presentarse, manifestando en especial deficiencias de P, K, Ca, Mg y Mo. Sin embargo, los resultados obtenidos de laboratorio (Anexo 1) indican que los niveles de todos los elementos, exceptuando el Mg y Mo que no se le hizo análisis, se encuentran en cantidades altas en el suelo, no habiendo problemas con ello como consecuencia del pH.

De manera diferente se manifiesta el Mg, en el que todos los lotes exceptuando el Invernadero A, presentan niveles bajos de Mg que sí puede estar siendo afectado por el pH. Las características de pH de las parcelas, pueden ser provocado por las fuentes de fertilizantes utilizadas o la falta de un encalamiento de las área.

### Suelos con pH levemente ácidos

**Cuadro 7.** Suelos con pH levemente ácido zona III

Muestra	Lote (pH)				
	28	29	31	34	40
1	6.63	6.410	6.03	6.10	5.99
2	6.62	6.3	5.85	6.30	6.27
3	6.02	6.39	6.40	6.45	6.47
4	6.08	6.25	6.34		6.30
5					6.45
6					6.72
<b>Promedio</b>	6.33	6.33	6.15	6.28	6.37

La característica de suelos con pH levemente ácido es que presentan rangos de pH desde niveles de arriba de 6.0 hasta 6.5. Siendo esta la característica de la mayor cantidad de sitios de estas parcelas (Anexo 1) (Cuadro 7).

En estas condiciones los problemas nutricionales no están presentes dado, que en estos niveles todos los elementos están disponibles. Sin embargo, los niveles de Mg se muestran en bajas cantidades (Anexo 1), no mostrando por lo tanto esa deficiencia ninguna relación con el pH, debiéndose ella probablemente a que el nutriente está agotado en el suelo y éste no ha recibido enmiendas significativas de este elemento para reponer todo lo que ha sido absorbido.

#### 4.1.2 MATERIA ORGANICA

La materia orgánica del suelo es un constituyente importante, pues mejora las características físicas, químicas y biológicas del mismo. Niveles adecuados de materia orgánica benefician al suelo en diferentes formas: mejorando el drenaje de los suelos, la retención del agua, facilita la labranza del suelo, proporciona nutrientes a las plantas y es fuente de alimento para muchos organismos en el suelo. Estos son importantes para la mineralización de nutrientes para volverlos disponibles en la solución de suelo.

La materia orgánica es importante también, porque contiene alrededor del 5 % del N total del suelo por lo que funciona como una bodega que almacena reservas de N (INPOFOS, 1997). Niveles adecuados de materia orgánica deben estar dentro de un rango de 3–5 %. En los apartados que se presentan a continuación se refleja el comportamiento de las diferentes áreas en cuanto a contenido de materia orgánica.

#### Resultados de materia orgánica en los suelos de Agricultura Orgánica

**Cuadro 8.** Niveles de materia orgánica (%) en suelos dedicados a Agricultura Orgánica

Muestra	Lote (M.O.)			
	1	2	3	4
1	1.58	2.34	2.72	2.09
2	2.72	2.4	2.67	2.28
3	2.01	2.02	2.15	1.64
4	2.59	2.39	2.11	1.51
<b>Promedio</b>	<b>2.23</b>	<b>2.29</b>	<b>2.41</b>	<b>1.88</b>

En general todos los suelos de agricultura orgánica muestran niveles bajos y medios de materia orgánica (Cuadro 8). Sería de esperar que el comportamiento de estos suelos fuera distinto al del resto de parcelas manifestando un nivel mayor de materia orgánica, siendo un mínimo esperado del 3 %.

Estos niveles probablemente se deban a que el enriquecimiento de esta área es reciente y el efecto de mejora en los niveles aún no se muestra, pero potencialmente puede mostrar avances.

También puede deberse a que la materia orgánica adicionada, está sufriendo una rápida descomposición en el suelo como consecuencia de la actividad microbiológica del suelo y las condiciones ambientales de humedad y temperatura. De igual manera la rápida descomposición puede ser producto del uso de la labranza convencional que activa y acelera la descomposición del material orgánico o las cantidades adicionadas no son las adecuadas.

Puede observarse en los resultados (Cuadro 8), las variaciones existentes por parcela, fluctuando por ejemplo, en el lote 1 desde 1.58 % hasta 2.72 %. Si se tomara el promedio de las muestras se estarían escondiendo datos que muestran que existen

sitios con menores niveles de materia orgánica que el promedio, por lo que llevaría a tomar decisiones de manejo que no son apropiadas para todos los sitios.

## Resultados de materia orgánica en los suelos de Zona II

**Cuadro 9.** Contenido de materia orgánica en los suelos de zona II

Muestra	Lote (M.O.)							
	5	7	9	10	11	12	13	14
1	2.28	1.82	2.92	2.04	1.59	3.25	1.91	2.1
2	2.6	2.26	3.37	1.71	1.75	2.94	1.98	1.72
3	2.14	2.2	2.43	2.1	1.79	3.26	2.43	1.66
4	2.9	2.01	3.39	2.34	1.85	3.4	2.23	1.15
5	2.79							
6	2.97							
<b>Promedio</b>	<b>2.61</b>	<b>2.07</b>	<b>3.02</b>	<b>2.04</b>	<b>1.74</b>	<b>3.21</b>	<b>2.13</b>	<b>1.65</b>

**Cuadro 9.**

Muestra	Lote (M.O.)						
	16	17	18	20	22	23	24
1	2.56	1.93	2.58	1.97	2.6	1.89	2.2
2	2.44	1.72	2.77	2.1	2.45	1.82	2.13
3	2.24	2.23	2.51	1.72	2.77	2.07	1.89
4	2.23	2.48	2.52	1.98	2.57	2.09	2.14
<b>Promedio</b>	<b>2.36</b>	<b>2.09</b>	<b>2.59</b>	<b>1.94</b>	<b>2.59</b>	<b>1.96</b>	<b>2.09</b>

Los suelos de zona II tienen contenidos de materia orgánica bajos y medios (Anexo 1), siendo que el 70.9 % de los suelos contienen niveles medios y un 29.1 % niveles bajos (Niveles bajos < 2 %, Niveles medios 2-4 % y Niveles altos > 4 %) (Cuadro 9).

Los suelos que presentan niveles bajos de materia orgánica, probablemente tienen este comportamiento porque la aplicación de la materia orgánica no ha sido frecuente, realizándose una o dos veces por lote cada cuatro años. No siendo beneficiados todos los lotes, ya que existen parcelas que no han recibido ninguna enmienda orgánica. Siendo también la reincorporación de rastrojo o residuos muy escasa por el tipo de cultivo que se utiliza que deja muy poco residuo, como el caso de los cultivos de hoja

Así también, los suelos que tendieron a tener menores niveles de materia orgánica tendían a presentar los niveles bajos de N total, confirmando de que a menor materia orgánica en el suelo, la cantidad de nitrógeno en el suelo se reduce. Es probable que los suelos muestren características físicas pobres, relacionadas a poca capacidad de retención de agua, pobres drenajes y una mayor resistencia a la labranza convencional. Tal situación se debe probablemente a una pobre porosidad de los suelos que ofrecen una mayor resistencia al paso de los aperos de labranza y por lo tanto menor capacidad de laboreo.

### Resultados de niveles de materia orgánica en los suelos de Zona III

**Cuadro 10.** Contenido de materia orgánica en los suelos de zona III

	<b>Lote (M.O.)</b>							
<b>Muestra</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>41</b>
<b>1</b>	1.89	2.09	1.51	2.02	2.01	2.34	1.57	1.8
<b>2</b>	1.95	2.14	2.2	2.26	1.75	2.51	1.73	1.92
<b>3</b>	2.01	1.76	1.82	2.59	2.01	2.47	1.86	2.06
<b>4</b>	1.7	2.08	1.44	2.65			1.86	1.73
<b>5</b>							2.35	2.05
<b>6</b>							1.92	2.35
<b>Promedio</b>	<b>1.88</b>	<b>2.00</b>	<b>1.74</b>	<b>2.38</b>	<b>1.92</b>	<b>2.44</b>	<b>1.88</b>	<b>1.98</b>

	<b>Invernaderos (M.O.)</b>			
<b>Muestra</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>1</b>	3.47	2.84	3.41	2.14
<b>2</b>	3.16	2.89	3.4	1.58
<b>3</b>	2.7			
<b>Promedio</b>	<b>3.11</b>	<b>2.86</b>	<b>3.41</b>	<b>1.86</b>

Al igual que los suelos de zona II, los contenidos de materia orgánica de estos lotes, oscilan entre los niveles bajos y medios (Cuadro 10). Aquí un 64.7 % de las muestras presentaron niveles medios de materia orgánica y un 35.3 % se manifestaron con niveles bajos.

Esta situación se da posiblemente porque la frecuencia de enmiendas en estas áreas es aún menor que la existente en zona II. En zona III, aproximadamente se está enmendando un lote cada cuatro años, tales enmiendas no son aplicadas igualmente en todas las áreas y la incorporación de residuos es muy escasa.

Los resultados obtenidos (Cuadro 10), permiten observar que existe una gran variabilidad en los diferentes sitios de muestreo en cuanto a niveles de materia orgánica, una muestra general por áreas no representaría las condiciones reales por sitio muestreado y por lo tanto probablemente las decisiones de manejo no se adecuarían para todos los sitios.

En algunos casos se observó que lotes que presentaban bajos niveles de materia orgánica, coincidían con aquellos lotes que no habían recibido ninguna enmienda en cuatro años (Lotes 40 – 41), por lo tanto aparentemente existe una correlación entre los lotes con menos niveles de materia orgánica y los que no han recibido ninguna enmienda orgánica.

### 4.1.3 BALANCE DE CATIONES

El balance de cationes es un factor que juega un papel fundamental en la fertilidad de un suelo y por lo tanto influye en el rendimiento de un cultivo.

El antagonismo entre los cationes en el suelo, determina en muchos casos el comportamiento óptimo de un cultivo y la calidad de su cosecha, es decir, que para un crecimiento adecuado de cualquier plantación se requiere de un adecuado balance nutricional. Este concepto es muy importante, en especial cuando las áreas de producción están dedicadas a productos tan sensibles como es el caso de las hortalizas.

En el siguiente acápite se presentan las condiciones de balance de las diferentes de producción de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos

#### Balance nutricional de suelos de Agricultura Orgánica

**Cuadro 11.** Resultados de los índices por cada muestra en los lotes de Agricultura Orgánica

Lote	Muestra	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	Ca + Mg / K
Lab. de suelos Zamorano		4 - 15	2 - 14	15 - 35	25 - 40
1	1	9	1	14	16
	2	9	1	16	18
	3	8	1	14	16
	4	9	1	14	16

2	1	10	1	10	20
	2	9	1	17	19
	3	10	1	17	18
	4	10	1	16	18

3	1	9	1	14	16
	2	9	1	13	14
	3	9	1	15	17
	4	9	1	16	18

4	1	11	1	16	17
	2	11	1	13	14
	3	11	1	15	16
	4	10	1	15	18

Nota: Ver cálculo de los índices en el Anexo 3

Según los resultados obtenidos (Cuadro 11) las relaciones presentan las siguientes condiciones:

La relación que existe entre Ca / Mg es estable, y no existe un antagonismo entre estos elementos (Anexo 1).

Se presenta un efecto de antagonismo entre la relación Mg / K, como resultado de las altas cantidades de K (Anexo 1) y bajos niveles de Mg el cual tiene una menor capacidad de competir con el K.

En la mayor parte de puntos muestreados existe una relación adecuada entre Ca / K. Se presentan algunos sitios con interacciones negativas en las que las altas cantidades de K están afectando las absorciones (7/16) de Ca (Anexo 1). Aquellos puntos que muestran una relación adecuada tienden a presentar índices en el rango inferior, es decir que es probable que estos suelos muestren problemas con Ca en un futuro, como resultado de las altas cantidades de K.

Las concentraciones de K en la interacción Ca + Mg / K, están afectando la capacidad de competencia del Ca y el Mg, es decir, que las altas cantidades de K tienen una mayor capacidad de competencia que el Ca y el Mg juntos, y por lo tanto tiene mayores posibilidades de ocupar los sitios que ocuparían el Ca y el Mg.

Las bajas cantidades de Mg reflejadas en los resultados tienen su origen probablemente en la falta de aplicaciones de este nutriente en las diferentes áreas de producción.

Como se observa en los resultados descritos arriba, según los índices utilizados en el Laboratorio de Suelos, el único elemento causante de un antagonismo hacia el Mg es el K, excluyendo el efecto del Ca.

301171

**Suelos zona II****Cuadro 12.** Resultados de los índices por cada muestra en los lotes de zona II

<b>Lote</b>	<b>Muestra</b>	<b>Ca / Mg</b>	<b>Mg / K</b>	<b>Ca / K</b>	<b>Ca + Mg / K</b>
<b>Lab. de Suelo Zamorano</b>		<b>4 - 15</b>	<b>2 - 14</b>	<b>15 - 35</b>	<b>25 - 40</b>
<b>5</b>	1	8	1	16	18
	2	9	2	18	20
	3	8	1	13	15
	4	8	1	13	15
	5	9	1	16	17
	6	9	1	16	18

<b>7</b>	1	8	1	14	16
	2	8	1	13	14
	3	8	1	10	11
	4	7	1	10	12

<b>9</b>	1	9	1	16	18
	2	9	1	17	19
	3	8	1	13	15
	4	9	1	13	14

<b>10</b>	1	9	1	15	17
	2	9	1	14	16
	3	8	1	10	11
	4	9	1	11	13

<b>11</b>	1	7	1	10	11
	2	8	1	8	9
	3	8	1	10	11
	4	8	1	11	13

<b>12</b>	1	10	1	16	17
	2	10	1	17	18
	3	9	1	14	15
	4	9	1	14	16

<b>13</b>	1	8	1	16	18
	2	7	1	15	17
	3	8	2	18	20
	4	8	1	15	17

Cuadro 12. Resultados de los índices de cada muestra en los lotes de Zona II

Lote	Muestra	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	Ca + Mg / K
Lab Zamorano		4 - 15	2 - 14	15 - 35	25 - 40
14	1	9	1	11	13
	2	8	1	11	12
	3	9	1	13	15
	4	9	1	13	14
16	1	10	1	10	11
	2	9	1	10	11
	3	10	1	12	14
	4	11	1	9	10
17	1	7	2	15	17
	2	7	1	14	16
	3	9	1	16	18
	4	7	1	13	15
18	1	8	2	20	23
	2	8	2	17	20
	3	8	1	16	18
	4	8	1	10	11
20	1	6	1	12	14
	2	4	3	12	15
	3	6	1	10	12
	4	6	1	11	12
22	1	7	1	10	11
	2	7	1	9	10
	3	5	1	9	10
	4	7	1	9	10
23	1	7	1	12	14
	2	6	1	11	13
	3	7	1	12	13
	4	8	1	11	12
24	1	8	1	11	13
	2	8	1	12	13
	3	6	1	12	13
	4	8	1	9	11

Nota: ver cálculo de los índices en el anexo 3

Los resultados (Cuadro 12) indican que:

- La relación Ca / Mg, no presenta ningún problema de antagonismo, compitiendo ambos igual por los espacios existentes en el medio.
- Mientras tanto los índices obtenidos de la interacción Mg / K indican que el Mg se presenta deficiente en el suelo, no teniendo la capacidad de competir con las altas cantidades de K en el medio.
- De igual manera, el K muestra un efecto inhibitorio sobre el Ca en la mayor parte de las muestras tomadas, afectando las altas cantidades de K la absorción de Ca.
- Finalmente, los resultados muestran que el K afecta por sí solo en la absorción de Ca y Mg, lo cual se puede observar en las relaciones  $Ca + Mg / K$ , que indican que existen altas cantidades de K que están ocupando los espacios que podrían ser ocupados por el Ca y el Mg.

Estas bajas concentraciones de Mg probablemente han sido propiciadas por el uso intensivo de las tierras que ha provocado un agotamiento del nutriente en el suelo, sin que hayan existidos las correspondientes reposiciones del elemento conforme se ha extraído.

## Suelos zona III

Cuadro 13. Resultados de los índices de cada muestra de los lotes en Zona III

Lote	Muestra	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	Ca + Mg / K
Lab de Suelo Zamorano		4 - 15	2 - 14	15 - 35	25 - 40
28	1	7	1	12	14
	2	7	1	12	14
	3	6	2	14	16
	4	7	1	13	15
29	1	7	1	13	15
	2	7	1	13	15
	3	8	1	14	16
	4	8	1	13	15
30	1	8	2	16	19
	2	6	2	13	15
	3	6	2	14	16
	4	8	1	14	15
31	1	7	1	11	13
	2	8	1	10	11
	3	8	1	14	16
	4	7	1	11	13
34	1	6	2	14	17
	2	6	2	14	8
	3	7	2	16	18
35	1	6	1	11	12
	2	6	1	9	10
	3	6	1	8	9
40	1	5	1	9	11
	2	4	2	9	11
	3	6	2	12	14
	4	9	1	12	13
	5	7	1	11	13
	6	6	2	13	15

**Cuadro 13.** Continuación

Lote	Muestra	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	Ca + Mg / K
Lab Zamorano		4 - 15	2 - 14	15 - 35	25 - 40
41	1	8	1	11	12
	2	7	1	9	10
	3	7	1	9	10
	4	7	1	10	11
	5	6	1	11	13
	6	6	1	11	13
I A	1	6	2	13	15
	2	6	2	14	16
	3	6	2	14	16
I B	1	8	1	12	14
	2	8	1	16	18.75
I C	1	9	2	20	22
	2	8	2	23	26
I D	1	6	3	21	24
	2	6	4	25	29

Nota: Los niveles de los nutrientes en el suelo observarlos en el Anexo 1.

A través de los indicadores utilizados por el Laboratorio de Suelos de Zamorano, se establecen los siguientes resultados (Cuadro 13):

- Según las relaciones obtenidas de Ca / Mg, ambos se encuentran en adecuadas cantidades y no existe un desbalance entre ellos, es decir que el Mg no es deficiente para competir con el Ca.
- Sin embargo, las cantidades de Mg existentes sí son inhibidas por las cantidades de K, el cual afecta la absorción del primer nutriente ya que ocupa sus espacios por la mayor capacidad de competencia que tiene.
- De igual manera, en casi todos los sitios muestreados el Ca está siendo afectado por el K. Por lo que los suelos de zona III también presentan problemas con el Ca por las altas cantidades de K.

Finalmente según los índices obtenidos de la relación  $Ca + Mg / K$ , este último elemento por las cantidades existentes tiene mayor capacidad de competencia que el Ca y el Mg en conjunto, que no se encuentran en los niveles adecuados para no estar siendo inhibidos por el K.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Indudablemente las características físicas de un suelo son determinantes para un desarrollo adecuado de los cultivos y que estos alcancen una máxima expresión de rendimiento.

De ellas dependen que en el suelo exista el transporte de aire óptimo para que las raíces obtengan el suficiente oxígeno, y la planta lleve a cabo todos sus procesos metabólicos de una manera normal.

De igual manera, la física del suelo es vital para que se dé un buen drenaje en las tierras y las plantas no sufran de un estrés por exceso de agua, lo que afectaría la absorción de nutrientes por parte de la planta y por lo tanto el desarrollo de la misma. Es responsabilidad también de las condiciones físicas de un suelo, proveer a las plantas de las condiciones que le permitan anclarse adecuadamente y desarrollar su sistema radicular sin problema, para proveerse de los nutrientes adecuados para sus necesidades de desarrollo.

Los ejemplos anteriormente mencionados, de problemas que pueden existir con las condiciones físicas de un suelo, son algunos casos de los tantos posibles que pueden afectar los rendimientos.

Uno de los principales factores de deterioro de las cualidades físicas, es el uso intensivo de maquinaria agrícola para labranza convencional, que es uno de los mayores responsables de la compactación de un suelo, que provoca problemas secundarios de mucha importancia económica.

Por lo tanto, resulta de singular importancia para la Zamoempresa de Cultivos Intensivos llevar a cabo un estudio de las condiciones físicas de sus suelos, para conocer posibles causas que están limitando el desarrollo y productividad de sus cultivos.

Con el objetivo anterior de conocer las condiciones físicas en que se encuentran estas áreas de producción, se realizó la apertura de tres calicatas en diferentes parcelas de producción escogidas al azar (Lote 7, 17 y 35), observándose los siguientes resultados:

#### 4.2.1 Resistencia a la penetración

Todas las calicatas a una profundidad de 25 cm mostraban una alta resistencia a la penetración, con valores de 4.5 kg por cm<sup>2</sup> o más.

Lote	Kg / cm <sup>2</sup>
7	4.5
17	> 4.5
35	> 4.5

( 0-1.75 Levemente resistente, 1.76-2.30 Poco resistente, 2.31- 3.25 Medianamente resistente, 3.26-4.5 resistente y Altamente resistente > 4.5 kg por cm<sup>2</sup> ). Lo cual indica que son suelos que tiene como característica ser altamente firmes.

Esta alta firmeza permite decir que es muy probable que en el pasado las raíces de los cultivos que se establecieron en estas áreas, tuvieron un pobre desarrollo radicular por la resistencia que le ha ofrecido el suelo para que éstas lo puedan penetrar.

Lo anterior es probable que se deba al proceso degradativo realizado por la labranza convencional que se realiza en estas parcelas, la cual por las características de los cultivos de rápido ciclo, ha sido altamente intensiva y es claro que no se han utilizado prácticas de subsoleo.

#### 4.2.2 Densidad aparente

De las tres calicatas que se muestrearon, solo una permitió una extracción para calcular cuantitativamente la condición de compactación de los suelos, esto se debió a la alta firmeza de los suelos.

Tanto las dos muestras que no permitieron la extracción de suelo, como la que fue muestreada (Lote 7 = 1.56 g/cm<sup>3</sup>) indican que los suelos de cultivos intensivos sufren de una alta compactación (0.9-1.2 No compactado, 1.1-1.4 medianamente compactado > 1.4 g/cm<sup>3</sup> Altamente compactado), probablemente como resultado del uso intensivo de maquinaria agrícola a lo largo de muchos años y la falta de un subsolado periódico.

Problemas de rendimiento en el pasado, es probable que se hayan dado por la falta de un sistema radicular profuso de las plantaciones, que no les permitía a las raíces absorber los nutrientes presentes.

De igual manera, los posibles encharcamientos que se pudieron dar por la falta de un drenaje adecuado, probablemente ocasionaron que nutrientes se convirtieran en

formas no aprovechables para las plantas. Y a la vez, los problemas con enfermedades es probable que sean perjudiciales, por las condiciones de humedad existentes que pudieron haber brindado las condiciones óptimas de desarrollo para un patógeno.

#### **4.2.3 Pie de arado**

El pie de arado en todas las parcelas observadas, se encuentra aproximadamente a 15 cm de la capa superficial llegando hasta los 28 cm de profundidad, lo cual indica que es probable que las plantas que se desarrollen bajo limitantes físicas a poca profundidad verá estancado sustancialmente su desarrollo y por lo tanto sus rendimientos, presentando una profundidad efectiva de 60 cm.

Este pie de arado es probable que sea el resultado del uso uniforme de la misma labranza a través de los años, no existiendo ningún tipo de rotación de la misma propiciando las condiciones de un pie de arado en las capas superficiales.

Dado este resultado, es también posible que los rendimientos de los diferentes lotes han sido afectados por las limitantes de desarrollo radicular, debido a que existe una poca profundidad disponible para el crecimiento de las raíces de una planta.

Así también, problemas secundarios de malos drenajes por las capas compactadas, mal transporte de oxígeno y no disponibilidad de nutrientes, son consecuencia de un suelo altamente compactado.

### **4.3 POBLACIONES DE NEMATODOS**

Los nematodos fitoparásitos son microorganismos que causan daños serios a los cultivos, los cuales en muchos de los casos son poco perceptibles. Sin embargo, pueden causar pérdidas significativas en las plantaciones, en especial las hortícolas por ser cultivos muy sensibles a los ataques de estos microorganismos.

Existen dos tipos de nematodos: los benéficos y los parasíticos. Los primeros no causan daño a las plantas, son organismos que promueven la descomposición de la materia orgánica y ejercen un efecto de competencia y antagonismo sobre los parasíticos, ya que compiten por espacio, por alimentos y muchos de ellos son depredadores de fitonematodos.

La principal diferencia entre los fitonematodos y los nematodos benéficos, es que estos últimos no presentan un estilete en su aparato bucal que sí se encuentra en el caso de los nematodos parasíticos.

Mientras tanto, los fitonematodos se caracterizan por efectuar dos tipos de daño a la planta. El primero, es cuando se alimentan de las células succionando el contenido de ellas lo cual provoca la muerte de las mismas y en algunos casos se deforman. La consecuencia de este daño puede ser el debilitamiento o muerte de la planta

El segundo daño que provocan los fitonematodos, son las lesiones o heridas que debilitan la planta como resultado de la extracción de sustancias de la raíz, ocasionadas por el estilete de la plaga. Estas lesiones dan lugar a la entrada de plagas secundarias como hongos y bacterias, que en determinado momento resultan ser las causantes de la muerte de las plantas, con la consiguiente reducción de los rendimientos.

Especial atención requieren estas plagas en plantaciones hortícolas, dada la sensibilidad de éstas al ataque de los nematodos parásitos. Las poblaciones de determinados géneros o grupo de géneros de fitonematodos en un área de cultivo, constituyen un indicador de las condiciones fitosanitarias del suelo.

Por tal razón, la identificación de los géneros de nematodos parásitos en los suelos hortícolas de El Zamorano constituye un trabajo importante, ya que proporcionará una alerta a la operación si las poblaciones se encuentran elevadas. Siendo que también, a partir de la identificación del organismo se puede obtener información adicional de la biología y ecología de la plaga, que resulta de especial importancia para su manejo.

A continuación se presenta los géneros y cantidades de nematodos existentes en los suelos hortícolas del Zamorano.

**Cuadro 14.** Poblaciones de nematodos en suelos hortícolas**Agricultura orgánica**

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
1	<i>Helicotylenchus</i>	8
	<i>Tylenchus</i>	4
	Benéficos	49
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>12</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
2	<i>Pratylenchus</i>	24
	<i>Tylenchus</i>	8
	<i>Tylenchorhynchus</i>	32
	Benéficos	96
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>64</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
3	<i>Pratylenchus</i>	6
	<i>Helicotylenchus</i>	30
	<i>Tylenchorhynchus</i>	6
	Benéficos	180
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>42</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
4	<i>Tylenchus</i>	6
	<i>Ditylenchus</i>	6
	<i>Helicotylenchus</i>	54
	<i>Criconomella</i>	6
	Benéficos	72
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>72</b>

**Suelos Zona II**

Lote No	Género	Población de nemátodos (100cc de suelo)
5	<i>Paratylenchus</i>	18
	<i>Helicotylenchus</i>	78
	<i>Tylenchorhynchus</i>	54
	Benéficos	144
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>150</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
7	<i>Paratylenchus</i>	20
	<i>Helicotylenchus</i>	20
	<i>Meloidogyne</i>	20
	Benéficos	260
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>60</b>

**Cuadro 14.** Continuación

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
9	<i>Ditylenchus</i>	35
	<i>Helicotylenchus</i>	35
	<i>Tylenchorhynchus</i>	87
	<i>Rotylenchulus</i>	87
	<i>Meloidogyne</i>	52
	<i>Benéficos</i>	1403
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>296</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
10	<i>Pratylenchus</i>	12
	<i>Hoplolaimus</i>	24
	<i>Meloidogyne</i>	350
	<i>Helicotylenchus</i>	200
	<i>Benéficos</i>	1050
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>586</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
11	<i>Tylenchus</i>	60
	<i>Ditylenchus</i>	20
	<i>Rotylenchulus</i>	100
	<i>Benéficos</i>	360
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>180</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
12	<i>Helicotylenchus</i>	60
	<i>Heterodera</i>	20
	<i>Rotylenchulus</i>	100
	<i>Benéficos</i>	320
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>180</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
13	<i>Helicotylenchus</i>	15
	<i>Ditylenchus</i>	15
	<i>Pratylenchus</i>	149
	<i>Paratylenchus</i>	76
	<i>Benéficos</i>	313
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>255</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
14	<i>Helicotylenchus</i>	30
	<i>Ditylenchus</i>	104
	<i>Pratylenchus</i>	60
	<i>Benéficos</i>	284
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>194</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
16	<i>Pratylenchus</i>	1642
	<i>Helicotylenchus</i>	15
	<i>Benéficos</i>	2104
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>1657</b>

**Cuadro 14.** Continuación

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
17	<i>Pratylenchus</i>	30
	<i>Helicotylenchus</i>	15
	<i>Meloidogyne</i>	15
	<i>Tylenchus</i>	45
	<i>Paratylenchus</i>	224
	Benéficos	2104
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>329</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
18	<i>Helicotylenchus</i>	60
	Benéficos	1640
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>60</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
20	<i>Helicotylenchus</i>	15
	<i>Ditylenchus</i>	15
	<i>Paratylenchus</i>	30
	Benéficos	180
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>60</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
22	<i>Pratylenchus</i>	15
	<i>Helicotylenchus</i>	15
	<i>Paratylenchus</i>	45
	<i>Ditylenchus</i>	90
	Benéficos	1448
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>165</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
23	<i>Pratylenchus</i>	30
	<i>Meloidogyne</i>	15
	<i>Tylenchus</i>	15
	<i>Ditylenchus</i>	30
	Benéficos	179
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>90</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
24	<i>Pratylenchus</i>	15
	<i>Paratylenchus</i>	194
	<i>Helicotylenchus</i>	15
	<i>Ditylenchus</i>	30
	Benéficos	985
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>254</b>

## Suelos Zona III

Cuadro 14. Continuación

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
28	<i>Tylenchus</i>	15
	<i>Ditylenchus</i>	15
	<i>Helicotylenchus</i>	30
	Benéficos	433
<b>Total de nemátodos parásitos</b>		<b>60</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
29	<i>Meloidogyne</i>	30
	<i>Ditylenchus</i>	45
	<i>Paratylenchus</i>	60
	<i>Pratylenchus</i>	850
	Benéficos	1402
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>985</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
30	<i>Meloidogyne</i>	134
	<i>Helicotylenchus</i>	119
	<i>Pratylenchus</i>	15
	Benéficos	672
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>268</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
31	<i>Meloidogyne</i>	165
	<i>Paratylenchus</i>	135
	Benéficos	465
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>300</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
34	<i>Meloidogyne</i>	40
	<i>Paratylenchus</i>	200
	<i>Helicotylenchus</i>	20
	Benéficos	40
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>260</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
35	<i>Meloidogyne</i>	75
	<i>Paratylenchus</i>	388
	<i>Helicotylenchus</i>	45
	<i>Tylenchus</i>	15
	<i>Rotylenchulus</i>	15
	<i>Pratylenchus</i>	179
	Benéficos	433
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>717</b>

**Cuadro 14.** Continuación

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
40	<i>Meloidogyne</i>	15
	<i>Helicotylenchus</i>	45
	<i>Benéficos</i>	225
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>60</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
41	<i>Paratrychodorus</i>	30
	<i>Benéficos</i>	30
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>30</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
Invernadero A	<i>Benéficos</i>	15
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>0</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
Invernadero B	<i>Meloidogyne</i>	15
	<i>Benéficos</i>	119
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>15</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
Invernadero C	<i>Meloidogyne</i>	881
	<i>Paratylenchus</i>	15
	<i>Benéficos</i>	195
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>896</b>

Lote No	Género	Población de nematodos (100cc de suelo)
Invernadero D	<i>Meloidogyne</i>	209
	<i>Paratylenchus</i>	15
	<i>Benéficos</i>	15
<b>Total de nematodos parásitos</b>		<b>224</b>

Según Esnard, Joseph<sup>3</sup>, (2000) para muestras de suelo, es difícil proporcionar niveles considerados como bajos, medios y altos de nematodos parásitos, ya que depende de los cultivos que se establecerán en las áreas en ciclos posteriores. Poblaciones consideradas como altas para un cultivo pueden ser bajas para otros, por lo tanto todo dependerá del cultivo que se establecerá en los lotes. Cualquier población puede ser peligrosa, teniendo presente las rotaciones existentes en cultivos intensivos que son continuas y en ellas hay cultivos que son más tolerantes que otros.

Sin embargo, el monitoreo y conocimiento de las densidades de nematodos parasíticos constituyen una herramienta, para conocer el estado fitosanitario de un suelo con respecto a este organismo. Siendo a la vez, un medio de alerta para considerar el manejo de las áreas y reducir o evitar las infestaciones de una plantación.

<sup>3</sup> Esnard, Joseph. 2000. Comunicación personal. Departamento de nematología Universidad de Cornell

Criterios que se deben de tener presente al momento de analizar resultados de diagnósticos son los siguientes:

- Observar si las poblaciones individuales de los géneros considerados como peligrosos se encuentran por arriba de las que pueden ser perjudiciales para el cultivo que se sembrará en las parcelas.
- Si las poblaciones individuales se encuentran bajas, es importante considerar los niveles globales de todos los géneros en una área de cultivo. Ya que es posible que las cantidades de un género individual se encuentren en bajo nivel, pero al interactuar con todas las poblaciones de los diferentes géneros puede haber un efecto conjunto que incremente el nivel de daño en las plantas Jaco, Antonio <sup>4</sup> (2000)
- Las parcelas que tengan poblaciones bajas de nematodos parasíticos, deben ser consideradas como un problema potencial, ya que de existir las condiciones adecuadas para los microorganismos la reproducción se puede incrementar y convertirse en parcelas problema.

Inicialmente el muestreo realizado en los diferentes sitios, indican que casi el 100 % de las parcelas muestreadas de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos tienen poblaciones de nematodos parasíticos en diferentes niveles (Cuadro 14).

Los géneros que se presentan con mayor frecuencia en las parcelas son los siguientes: *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Ditylenchus*, *Meloidogyne*, *Rotylenchulus* y *Paratylenchus*.

Con el conocimiento de los géneros, se pueden obtener otras características importantes de estas plagas, por ejemplo su ecología la cual es de vital importancia para conocer la patogenicidad de un nematodo parasítico. Entre estas características existen los hábitos de vida y alimenticios.

Los nematodos se dividen como endoparásitos y ectoparásitos, siendo los primeros de mayor peligrosidad que los otros. Los endoparásitos, tienen la habilidad de ingresar a la planta afectando la circulación de nutrientes en el interior, por lo que esta no puede obtener eficientemente sus nutrientes para su desarrollo.

Los ectoparásitos tienen como característica el causar lesiones a las raíces, lo que facilita la penetración de plagas y enfermedades secundarias como las bacterias y los hongos que en muchos casos son los responsables de la muerte definitiva de una planta.

Por lo tanto los géneros de fitonematodos encontrados serán agrupados en estos dos grupos para establecer las correspondientes interpretaciones, que se harán en aquellos géneros que se presentaron con mayor frecuencia.

---

<sup>4</sup> Jaco, Antonio (2000) Comunicación personal. Protección vegetal. Zamorano

### 4.3.1 Nematodos endoparásitos

Los géneros considerados dentro de este grupo son los siguientes:

*Helicotylenchus*

*Meloidogyne*

*Ditylenchus*

*Pratylenchus*

*Rotylenchulus*

**4.3.1.1 *Helicotylenchus*:** Según Luc, *et al.* (1993) estos fitonematodos se encuentran causando daño en pastos, maíz, maní, café, caña de azúcar, tabaco y jengibre. Siendo que en vegetales este género no ha mostrado un comportamiento que lo clasifique como peligroso. Por lo que este género, probablemente no ha causado daño significativos en las plantaciones de vegetales de Zamorano, ya que no presenta una alta patogenicidad hacia los cultivos hortícolas.

**4.3.1.2 *Meloidogyne*:** *Meloidogyne* es un nematodo muy peligroso en plantaciones hortícolas debido a su alta patogenicidad. Las larvas de esta plaga tienen la capacidad de ingresar en casi cualquier tejido vegetal que se encuentre en contacto con el suelo, estos al penetrar en la planta primeramente dañan las células epidermales, una vez dentro de la planta se convierten en parásitos sedentarios incapaces de moverse. Una vez alimentándose del interior, inyectan una sustancia que provocan la formación de células gigantes que afecta la circulación de nutrientes en la planta.

Entre los cultivos que atacan se encuentra el trigo, frijol, maní y es considerado de los géneros más peligrosos para cultivos hortícolas como: papa, cebolla, repollo, coliflor, chile (dulce y picante), melón, pepino, zanahoria, lechuga, tomate, berengena y balsamina.

En términos generales poblaciones de nematodos que tengan más de 25 individuos por 100 cc de suelo, deben considerarse como parcelas problema ya que pueden estar causando daño o potencialmente ocasionarlo.

Por lo tanto, el lote 9, 10, 29, 30, 31, 34, 35, Invernadero C (IC) y D (ID) pueden considerarse con infestaciones de esta plaga. Es necesario desarrollar un plan de manejo, ya que probablemente en todas aquellas áreas donde se presenta este organismo, las plantaciones han sufrido algún tipo de daño significativo. Que no ha sido cuantificado, ni detectado en el pasado.

**4.3.1.3 *Ditylenchus*:** Esta plaga tiene una característica especial al considerar su manejo, puede persistir en el suelo bajo condiciones de sequedad y se mantienen viables por muchos años, aunque no tenga un material vegetal para su alimentación.

Es considerado el nematodo parásito de los bulbos, pero ataca a otras especies como la papa. Por lo general no ataca las raíces, siendo su daño principal en términos de calidad de producto ya que afecta su apariencia física. Todas sus generaciones las pasa dentro de los tejidos de su huésped y sale únicamente cuando las condiciones en el interior son desfavorables.

Su mayor daño o penetración se da en los tejidos de almacenamiento (bulbos), principalmente cuando estos se encuentran suculentos y jóvenes..

Este género es importante tenerlo presente en aquellas parcelas donde se establecerán cultivos como la cebolla, ajo, remolacha y papa que es donde causa su mayor daño.

Dado lo explicado anteriormente, es posible que problemas en rendimiento en las parcelas sembradas con cultivos como la cebolla, ajo, papa y remolacha, se han debido a la acción de este organismo

**4.3.1.4 *Pratylenchus*:** Este organismo fitoparásito causa problemas en el interior de las plantas. Inicia alimentándose de la corteza de la raíz, continuando su daño hasta afectar la conducción de nutrientes de la planta no pudiendo ésta sintetizar los nutrientes necesarios para su desarrollo. Este daño puede ser tal que puede causar la mortalidad total de las raíces.

Al igual que el *Meloidogyne*, *Pratylenchus* es un género de alta peligrosidad con un amplio rango de cultivos vegetales, que pueden ser sus hospederos. Siendo muy importante en cultivos como: tomate, zanahoria, papa, repollo, maíz, cebolla, sandía y melón. Este nematodo parásito es considerado en conjunto con el *Meloidogyne*, como de los más dañinos.

Poblaciones de más de 100 individuos por 100 cc de suelo se considera que pueden causar daño. Según los resultados obtenidos (Cuadro 14) los lotes que han podido presentar problemas y potencialmente pueden presentarlos son el lote 13, 16, 29 y 35. Los cultivos que han sido establecidos en estas parcelas probablemente han sufrido algún tipo de daño proveniente de la acción de estos fitoparásitos, ocasionando una posible reducción de rendimiento.

**4.3.1.5 *Rotylenchulus*:** Únicamente las hembras de este género son parásitas. Una hembra puede establecerse en el interior de una raíz, alimentándose de las sustancias internas existentes en ella, con lo cual se ve limitado el crecimiento vegetal de una plantación.

Afectan cultivos como el coliflor, repollo, pepino, zanahoria, lechuga, rábano, berenjena, melón, okra, tomate, papa y maíz a los cuales les reduce significativamente los rendimientos.

Se consideran poblaciones de más de 25 individuos por 100 cc de suelo, como niveles que pueden ocasionar daños. Por lo que posiblemente el lote 11 y 12 han podido presentar problemas sanitarios con esta plaga, si en ellos se han establecido los cultivos mencionados anteriormente.

#### 4.3.2 Nematodos ectoparásitos

Los géneros que entran dentro de este grupo son los siguientes:

*Paratylenchus*

*Tylenchus*

*Tylenchorhynchus*

**4.3.2.1 *Paratylenchus*:** Los nematodos de este género se alimentan exteriormente ya sea de los pelos radiculares o de las células de la epidermis. Muy esporádicamente penetran las raíces para alimentarse de su tejido interior. El efecto principal de esta plaga es que está asociado con problemas de pérdida de vigor de las plantas, provocando entre otros síntomas raquitismo en las plantas y declinación en el desarrollo de las mismas.

*Paratylenchus* ataca diferentes cultivos, sin embargo en plantaciones hortícolas únicamente en la papa puede constituirse en un problema. Por tal razón, es poco probable que este género haya causado daños en todas las plantaciones de vegetales de Zamorano. Ocasionando únicamente probables daños, en las parcelas que han estado bajo producción de papa y ha habido la existencia de poblaciones de este fitonematodo

**4.3.2.2 *Tylenchus*:** Al igual que el *Ditylenchus*, el *Tylenchus* tiene la facultad de sobrevivir por largo tiempo bajo condiciones de sequía en un campo. Por lo general se alimentan de los pelos radiculares de las plantas, sin embargo sus hábitos alimenticios no se conocen a profundidad.

Tienen la característica de alimentarse de aquellos tejidos que tienen daños físicos, sin embargo, se considera que económicamente no son perjudiciales en ninguna plantación hortícola.

Debido a lo anterior, los problemas de rendimiento que pueden existir en los vegetales de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos muy probablemente no están asociados a daños que puedan estar ocasionando estos organismos.

**4.3.2.3 *Tylenchorhynchus*:** Se les denomina nematodos del raquitismo, tienen la capacidad de ingresar al interior de las raíces de las plantas, sin embargo al alimentarse lo hace principalmente desde el exterior de las mismas.

El daño que provocan está relacionado al raquitismo de las plantaciones, las raíces afectadas no presentan lesiones visibles pero sí se muestran arrugadas y con un crecimiento diferente a lo normal.

*Tylenchorhynchus* es una plaga muy importante y considerada de alta peligrosidad en todas las crucíferas y un poco menos importante en la papa, pero aún muy problemático.

Es posible por lo tanto, que aquellas plantaciones de brassicas y de papa con presencia de este patógeno, hayan sufrido daños significativos en el desarrollo normal de las plantaciones, trayendo como consecuencia reducciones en rendimientos.

#### **4.3.3 Poblaciones totales de fitonematodos por parcela**

Aquellas parcelas en que las poblaciones individuales de fitonematodos perjudiciales no alcanzan los niveles en que pueden ocasionar daño, se deben considerar las poblaciones globales de los diferentes géneros parasíticos. En términos generales se considera que la presencia de más de 250 fitonematodos por 100 cc de suelo de los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchulus* y *Rotylenchulus*, pueden ocasionar daño a las plantaciones.

Por lo tanto los lotes 10, 16, 29, 30, 31 y 35 presentan poblaciones por arriba de ese nivel y es probable que los rendimientos de los cultivos que se han establecidos en estas parcelas han sido afectados.

De igual manera, los rendimientos de las futuras plantaciones se pondrían en riesgo de no realizarse un plan de manejo.

## 5. CONCLUSIONES

Todos los suelos de la Zamoempresa de Cultivos Intensivos reflejan un comportamiento similar como resultado de la homogenización en labranza y aplicación de fertilizante.

Sin embargo:

1. Los suelos muestran una diversidad de pH, desde fuertemente ácido hasta levemente ácido. Siendo que la mayor parte de los suelos se encuentra entre los rangos de fuertemente ácido a moderadamente ácido, existiendo las condiciones para que se den deficiencias de nutrientes como N, Ca, Mg y Mo. La acidez se ha provocado por las fuentes de fertilizantes utilizadas y la falta de enmiendas de encalamiento en aquellos lotes que lo necesitan.
2. La materia orgánica está en niveles bajos y medios, afectando probablemente las características físicas de estas parcelas y la vida microbiana, lo cual ha sido propiciado por que no se ha dado una frecuencia adecuada de aplicaciones de material orgánico.
3. Las parcelas muestran altas cantidades de K que se presenta inhibiendo al Ca y al Mg, en especial a este último por los bajos niveles en que se encontró. Las bajas cantidades de Mg se han dado por el agotamiento del mineral en el suelo y la falta de aplicaciones del mismo a las parcelas.
4. Físicamente se encontró que los suelos hortícolas de Zamorano donde se tomaron las muestras, se pueden clasificar como altamente firmes, muy compactos y con un pie de arado superficial, lo cual probablemente ha ocasionado limitantes físicas al desarrollo de las plantas y ha reducido su capacidad de absorción de agua y nutrientes.
5. Los nematodos parasíticos que probablemente han podido estar causando problemas en los rendimientos de los cultivos son: *Meloidogyne*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*, *Paratylenchus* y *Tylenchorhynchus*.

## 6. RECOMENDACIONES

- Realizar un programa de encalamiento de los suelos de acuerdo a su requisito de cal, con monitoreo continuo de sus condiciones, de tal manera que todos los suelos reciban la dosis de encalamiento que necesiten y con la frecuencia adecuada.
- Realizar enmienda con Mg a los suelos para alcanzar los niveles adecuados y que no exista antagonismo entre el K y Mg. Una manera de proveer Mg al suelo es proporcionando una cal a base de Mg, donde a la vez se incrementarán los niveles de pH donde sea necesario.
- Sustituir las fuentes de fertilizantes acidificantes de los suelos o reducir su uso en las diferentes parcelas. Si son utilizados, acompañarlos con las cantidades de cal necesarias para neutralizar la acidez que provoquen.
- Incluir un plan de enmiendas orgánicas de tal manera que todos los suelos reciban un tratamiento por igual por unidad de tiempo. Aunado a lo anterior, es factible incluir en el programa de rotación de cultivos un abono verde periódicamente para que sea incorporado en las parcelas
- Subsolar los suelos periódicamente en dos direcciones para romper el pie de arado a una profundidad no menor de 40 cm y así de esta manera no limitar el crecimiento radicular de las plantas
- Monitorear continuamente las poblaciones de nematodos parasíticos, estableciendo prácticas de manejo de acuerdo al cultivo que se establezca en la parcela y su afinidad con las poblaciones de nematodos dañinos existentes.
- Es recomendable que exista un programa de rotación de cultivos anual, con lo cual se sabrá de antemano los lotes que requerirán un manejo por los niveles poblacionales que existan en estas parcelas. De esta manera, se podrán incluir en la rotación cultivos repelentes de fitonematodos antes de que se establezcan los cultivos sensibles al ataque de esta plaga.
- Hacer uso de prácticas de manejo de fitonematodos como: rotación de cultivos (leguminosas), aplicación de materia orgánica, anegamiento de las parcelas y aplicaciones de nematicidas siempre y cuando resulte rentable.
- Realizar estudios para determinar el costo de recuperación de estas parcelas, ensayos para correlacionar datos del presente estudio con rendimientos de campo y apreciación de los cultivos y experimentos para encontrar otras fuentes que pueden afectar los rendimientos de estos lotes.

## 7. BIBLIOGRAFIA

CASTAÑO-ZAPATA, J, DEL RIO MENDOZA, L. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. 3 ed. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 302 p.

CAVAZOS, T; RODRIGUEZ, O. 1992. Manual de prácticas de física de suelos. México D.F, México. Trillas. 99 p.

FAO. 1989. Estrategias en materia de fertilizantes. Roma, Italia. s.n.t. 162 p.

D. FOTH, H. 1985. Fundamentos de la ciencia del suelo. Trad. Por Antonio Marino Ambrosio. 3 ed. México D.F, México. Continental. 433 p.

DOMINGUEZ, A. 1997. Tratado de fertilización . 3 ed. España. Ediciones Mundi-Prensa. 613 p.

INPOFOS. 1997. Manual internacional de fertilidad de suelos. México D.F, México. s.n.t. 141 p.

KRALL, E.L. 1990. Root parasitic nematodes. 1 ed. New york, USA. Board. 580 p.

LABORATORIO DE SUELOS (ZAMORANO), s.f. Manual de Laboratorio de Suelos. Zamorano, Honduras. s.n.t.

LUC, M.; SIKORA, R.A.; BRIDGE, J. 1993. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. UK. Cambrian Printers. 629 p.

SANCHEZ, P. A. 1981. Suelos del trópico. Trad. por Edilberto Camacho. 1 ed. San José, Costa Rica. S.n.t. 634 p.

SCHOLAEN, S. 1997. Manejo integrado de plagas en hortalizas. Tegucigalpa, Honduras. Scancolor. 156 p.

STIRLING, G.R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes. Brisbane, Australia. Redwood press. 282 p.

TAN, K. 1998. Principles of soil chemistry. 3ed. New York, USA. Marcel Dekker. 521 p.

TISDALE, S; NELSON, W; BEATON; HAVLIN, J. 1993. Soil fertility and fertilizers. 5 ed. New York, USA. Macmillan. 634 p.

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Fecha de entrada: 28/8/2000  
 Fecha de salida: 20/10/2000

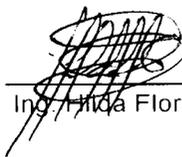
Analista: Morlan Sánchez  
 Localización: Zamorano  
 Muestra: Zona 2 Horticultura  
 Departamento: Francisco Morazan

**Interpretación:**

A=Alto  
 M=Medio  
 B=Bajo

pH  
 FA= Fuertemente Acido  
 MA=Moderadamente Acido  
 La=Levemente Acido

Muestra	Textura	%			pH (H <sub>2</sub> O)	%		ppm (disponible)			
		Arena	Limo	Arcilla		M.O	N( total)	P	K	Ca	Mg
A O 21	Franco Arenoso	64	20	16	5.95 MA	2.34 M	0.11 M	256 A	278 A	2112 A	137 B
A O 22	Franco Arenoso	68	20	12	6.10 MA	2.40 M	0.12 M	390 A	272 A	2362 A	150 B
A O 23	Franco Arenoso	66	20	14	5.50 FA	2.02 M	0.10 M	212 A	218 A	1625 A	112 B
A O 24	Franco Arenoso	68	18	14	5.60 MA	2.39 M	0.11 M	234 A	227 A	1725 A	112 B
A O 11	Franco Arenoso	58	26	16	5.98 MA	1.58 B	0.07 B	226 A	209 A	1962 A	112 B
A O 12	Franco Arenoso	58	26	16	5.89 MA	2.72 M	0.13 M	370 A	280 A	2487 A	150 B
A O 13	Franco Arenoso	58	26	16	5.97 MA	2.01 M	0.10 M	234 A	246 A	2162 A	125 B
A O 14	Franco Arenoso	56	26	18	5.65 MA	2.59 M	0.12 M	226 A	268 A	2300 A	137 B
A O 41	Franco Arenoso	68	20	12	6.32 LA	2.09 M	0.10 M	296 A	251 A	2137 A	112 B
A O 42	Franco Arenoso	66	22	12	6.38 LA	2.28 M	0.11 M	318 A	307 A	2150 A	112 B
A O 43	Franco Arenoso	70	18	12	5.62 MA	1.64 B	0.08 B	143 A	179 A	1387 A	75 B
A O 44	Franco Arenoso	70	18	12	5.96 MA	1.51 B	0.07 B	206 A	218 A	1712 A	100 B
A O 31	Franco Arenoso	58	26	16	5.95 MA	2.72 M	0.13 M	193 A	273 A	2075 A	137 B
A O 32	Franco Arenoso	54	30	16	6.11 LA	2.67 M	0.13 M	234 A	330 A	2200 A	137 B
A O 33	Franco Arenoso	58	26	16	5.89 MA	2.15 M	0.10 M	212 A	264 A	2150 A	137 B
A O 34	Franco Arenoso	60	24	16	5.92 MA	2.11 M	0.12 M	249 A	247 A	2112 A	137 B
C 51	Franco Arcillo Arenoso	54	26	20	5.40 FA	2.28 M	0.11 M	74 A	170 A	1437 A	100 B
C 52	Franco Arenoso	58	26	16	5.57 FA	2.60 M	0.13 M	72 A	162 A	1575 A	100 B
C 53	Franco	50	32	18	5.08 FA	2.14 M	0.10 M	55 A	191 A	1350 A	100 B
C 54	Franco Arenoso	56	26	18	5.18 FA	2.90 M	0.14 M	51 A	214 A	1500 A	112 B
C 55	Franco	50	30	20	5.23 FA	2.79 M	0.13 M	65 A	189 A	1575 A	100 B
C 56	Franco Arcillo Arenoso	54	26	20	5.44 FA	2.97 M	0.14 M	70 A	192 A	1625 A	100 B
Lote 91	Franco Arcillo Arenoso	52	26	22	4.99 FA	2.92 M	0.14 M	99 A	179 A	1537 A	100 B
Lote 92	Franco Arcillo Arenoso	52	24	24	5.20 FA	3.37 M	0.16 M	105 A	198 A	1825 A	112 B
Lote 93	Franco Arcillo Arenoso	54	26	20	5.33 FA	2.43 M	0.12 M	105 A	238 A	1662 A	112 B
Lote 94	Franco	46	30	24	5.58 FA	3.39 M	0.16 M	126 A	309 A	2075 A	137 B
Lote 121	Franco Arcillo Arenoso	56	24	20	6.25 LA	3.25 M	0.16 M	223 A	283 A	2350 A	137 B
Lote 122	Franco	52	28	20	6.07 LA	2.94 M	0.14 M	199 A	264 A	2312 A	137 B

Responsable:   
 Ing. Hilda Flores

Jefe Lab.   
 Dra. Ana Margoth de Andrews

**ZAMORANO**  
**CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

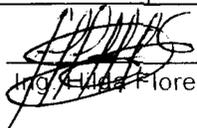
Fecha de entrada: 28/8/2000  
 Fecha de salida: 20/10/2000

Analista: Morlan Sánchez  
 Ubicación: Zamorano  
 Muestra: Zona 2 Horticultura  
 Tratamiento: Francisco Morazan

Interpretación:

A=Alto  
 M=Medio  
 B=Bajo  
 pH  
 FA= Fuertemente Acido  
 MA=Moderadamente Acido  
 LA=Levemente Acido

Muestra	Textura	%			pH (H <sub>2</sub> O)	%			ppm (disponible)			
		Arena	Limo	Arcilla		M O	N( total)	P	K	Ca	Mg	
M lote 123	Franco Arenoso	56	26	18	5.78 MA	3.26 M	0.16 M	180 A	283 A	2075 A	137 B	
M lote 124	Franco Arcillo Arenoso	54	26	20	6.17 LA	3.40 M	0.17 M	279 A	335 A	2562 A	162 B	
M 101 lote 10	Franco	42	36	22	5.56 FA	2.04 M	0.10 M	129 A	243 A	1925 A	125 B	
M 102 lote 10	Franco	52	28	20	5.50 FA	1.71 B	0.08 B	110 A	215 A	1637 A	100 B	
M 103 lote 10	Franco Arenoso	54	28	18	5.69 MA	2.10 M	0.10 M	193 A	331 A	1800 A	125 B	
M 104 lote 11	Franco Arenoso	56	26	18	5.22 FA	2.34 M	0.11 M	161 A	257 A	1562 A	100 B	
M 111 lote 11	Franco Arenoso	60	22	18	5.02 FA	1.59 B	0.07 B	110 A	206 A	1237 A	100 B	
M 112 lote 11	Franco Arenoso	56	26	18	5.18 FA	1.75 B	0.08 B	115 A	222 A	1387 A	100 B	
M 113 lote 11	Franco Arcillo Arenoso	54	26	20	5.63 MA	1.79 B	0.08 B	170 A	244 A	1762 A	125 B	
M 114 lote 11	Franco Arenoso	56	26	18	5.51 FA	1.85 B	0.09 B	152 A	227 A	1562 A	112 B	
M 131 lote 13	Franco Arenoso	54	28	18	6.08 LA	1.91 B	0.09 B	182 A	228 A	1887 A	137 B	
M 132 lote 13	Franco Arcillo Arenoso	54	26	20	5.91 MA	1.98 B	0.09 B	149 A	230 A	1800 A	137 B	
M 133 lote 13	Franco	52	28	20	5.68 MA	2.43 M	0.12 M	132 A	198 A	1837 A	137 B	
M 134 lote 13	Franco Arcillo Arenoso	56	24	20	5.36 FA	2.23 M	0.11 M	126 A	192 A	1550 A	112 B	
M 141 lote 14	Franco Arcillo Arenoso	54	26	20	6.04 LA	2.1 M	0.10 M	173 A	322 A	1950 A	125 B	
M 142 lote 14	Franco Arenoso	54	28	18	6.45 LA	1.72 B	0.08 B	199 A	345 A	1975 A	137 B	
M 143 lote 14	Franco Arenoso	54	28	18	6.14 LA	1.66 B	0.08 B	164 A	261 A	1837 A	112 B	
M 144 lote 14	Franco	48	34	18	6.00 LA	1.15 B	0.05 B	189 A	284 A	1937 A	125 B	
M 171 lote 17	Franco Arenoso	54	28	18	5.98 MA	1.93 B	0.09 B	149 A	211 A	1712 A	137 B	
M 172 lote 17	Franco Arcillo Arenoso	54	26	20	6.09 LA	1.72 B	0.08 B	166 A	232 A	1687 A	137 B	
M 173 lote 17	Franco Arcillo Arenoso	54	26	20	6.21 LA	2.23 M	0.11 M	220 A	244 A	2100 A	137 B	
M 174 lote 17	Franco	50	30	20	5.85 MA	2.48 M	0.12 M	182 A	280 A	1962 A	150 B	
M 161 lote 16	Franco Arenoso	54	28	18	4.93 FA	2.56 M	0.12 M	132 A	255 A	1312 A	75 B	
M 162 lote 16	Franco Arenoso	56	26	18	4.73 FA	2.44 M	0.12 M	100 A	234 A	1225 A	75 B	
M 163 lote 16	Franco Arenoso	54	28	18	4.84 FA	2.24 M	0.11 M	115 A	205 A	1350 A	75 B	
M 164 lote 16	Franco Arenoso	56	26	18	4.97 FA	2.23 M	0.11 M	143 A	280 A	1400 A	75 B	
M 201 lote 20	Franco Arenoso	64	20	16	5.89 MA	1.97 B	0.09 B	126 A	231 A	1512 A	137 B	
M 202 lote 20	Franco Arenoso	54	28	18	5.90 MA	2.1 M	0.10 M	121 A	261 A	1700 A	250 M	

Responsable:   
 Ing. Ana Flores

Jefe Lab.   
 Dra. Ana Margoth de Andrews

## CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA LABORATORIO DE SUELOS

Fecha de entrada: 28/8/2000  
Fecha de salida: 20/10/2000

Científico: Morlan Sánchez
Localización: Zamorano
Código de muestra: Zona 2 Horticultura
Departamento: Francisco Morazan

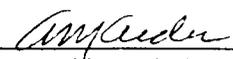
Interpretación:

A=Alto  
M=Medio  
B=Bajo

pH  
FA= Fuertemente Acido  
MA=Moderadamente Acido  
LA=Levemente Acido

No. Muestra	Muestra	Textura	%			pH (H <sub>2</sub> O)	%		ppm (disponible)			
			Arena	Limo	Arcilla		M.O	N( total)	P	K	Ca	Mg
8	M 203 lote 20	Franco Arenoso	58	26	16	5.85 MA	1.72 B	0.08 B	105 A	259 A	1412 A	125 B
9	M 204 lote 20	Franco	52	30	18	5.88 MA	1.98 B	0.09 B	79 A	245 A	1412 A	125 B
8	M 181 lote 18	Franco	50	30	20	5.60 MA	2.58 M	0.12 M	115 A	275 A	2912 A	200 M
9	M 182 lote 18	Franco Arenoso	56	26	18	5.65 MA	2.77 M	0.13 M	110 A	267 A	2450 A	175 B
0	M 183 lote 18	Franco	52	28	20	5.23 FA	2.51 M	0.12 M	79 A	298 A	2475 A	175 B
1	M 184 lote 18	Franco Arenoso	58	24	18	5.68 MA	2.52 M	0.12 M	115 A	303 A	1575 A	112 B
2	M 221 lote 22	Franco	50	30	20	5.31 FA	2.60 M	0.13 M	51 A	258 A	1362 A	112 B
3	M 222 lote 22	Franco Arenoso	58	24	18	5.79 MA	2.45 M	0.12 M	74 A	291 A	1412 A	112 B
4	M 223 lote 22	Franco	46	30	24	5.50 FA	2.77 M	0.13 M	37 A	316 A	1500 A	125 B
5	M 224 lote 22	Franco	50	30	20	5.96 MA	2.57 M	0.12 M	86 A	349 A	1700 A	137 B
6	M 231 lote 23	Franco	52	30	18	5.94 MA	1.89 B	0.09 B	75 A	245 A	1575 A	125 B
7	M 232 lote 23	Franco Arenoso	64	20	16	5.53 FA	1.82 B	0.09 B	94 A	212 A	1250 A	112 B
8	M 233 lote 23	Franco	52	28	20	5.71 MA	2.07 M	0.10 M	65 A	250 A	1550 A	112 B
9	M 234 lote 23	Franco	52	30	18	5.73 MA	2.09 M	0.10 M	58 A	263 A	1562 A	112 B
0	M 241 lote 24	Franco	48	32	20	5.75 MA	2.20 M	0.11 M	74 A	281 A	1725 A	125 B
1	M 242 lote 24	Franco	50	30	20	5.74 MA	2.13 M	0.10 M	89 A	266 A	1687 A	125 B
2	M 243 lote 24	Franco Arenoso	54	28	18	5.73 MA	1.89 B	0.09 B	55 A	245 A	1512 A	137 B
3	M 244 lote 24	Franco	46	34	20	5.65 MA	2.14 M	0.10 M	70 A	327 A	1675 A	125 B
4	M 291 lote 29	Franco Limoso	28	52	20	6.41 LA	2.09 M	0.10 M	313 A	407 A	2800 A	212 M
5	M 292 lote 29	Franco	34	44	22	6.30 LA	2.14 M	0.10 M	222 A	360 A	2450 A	200 M
6	M 293 lote 29	Franco	34	48	18	6.39 LA	1.76 B	0.08 B	264 A	334 A	2537 A	187 M
7	M 294 lote 29	Franco	42	38	20	6.25 LA	2.08 M	0.10 M	193 A	346 A	2375 A	175 B
8	M 74 lote 7	Franco Arenoso	68	18	14	6.23 LA	2.01 M	0.10 M	199 A	229 A	1725 A	125 B
9	M 71 lote 7 CA maíz	Franco Arenoso	58	24	18	6.41 LA	1.82 B	0.09 B	206 A	305 A	2037 A	150 B
0	M 72 lote 7	Franco Arenoso	62	22	16	5.97 MA	2.26 M	0.11 M	155 A	335 A	1750 A	125 B
1	M 73 lote 7	Franco Arenoso	58	26	16	6.23 LA	2.20 M	0.11 M	143 A	342 A	1900 A	150 B
2	M 281 lote 28	Franco	36	48	16	6.63 LA	1.89 B	0.09 B	249 A	392 A	2612 A	200 M
3	M 282 lote 28	Franco	36	46	18	6.62 LA	1.95 B	0.09 B	234 A	417 A	2675 A	212 M

Responsable:   
Milda Flores

Jefe Lab.   
Dra. Ana Margoth de Andrews

# ZAMORANO

## CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA LABORATORIO DE SUELOS

Fecha de entrada: 28/8/2000  
Fecha de salida: 20/10/2000

Citante: Morlan Sánchez  
Localización: Zamorano  
Categoría de muestra: Zona 2 Horticultura  
Departamento: Francisco Morazan

Interpretación:

A=Alto                      pH  
M=Medio                  FA= Fuertemente Acido  
B=Bajo                      Ma=Moderadamente Acido  
La=Levemente Acido

Ab.	Muestra	Textura	%			pH (H <sub>2</sub> O)	ppm (disponible)					
			Arena	Limo	Arcilla		M.O	N (total)	P	K	Ca	Mg
14	M 283 lote 28	Franco	34	48	18	6.02 LA	2.01 M	0.10 M	129 A	270 A	2037 A	175 B
15	M 284 lote 28	Franco	36	46	18	6.08 LA	1.70 B	0.08 B	173 A	301 A	2112 A	162 B
16	M 301 lote 30	Franco	32	50	18	5.85 MA	1.51 B	0.07 B	100 A	197 A	1712 A	125 B
17	M 302 lote 30	Franco	34	48	18	6.08 LA	2.20 M	0.11 M	110 A	301 A	2137 A	187 M
18	M 303 lote 30	Franco	34	46	20	5.96 MA	1.82 B	0.09 B	70 A	247 A	1825 A	162 B
19	M 304 lote 30	Franco	44	38	18	5.56 FA	1.44 B	0.07 B	47 A	187 A	1350 A	100 B
27	M 351 lote 35	Franco	42	34	24	5.87 MA	2.34 M	0.11 M	70 A	325 A	1850 A	162 B
28	M 352 lote 35	Franco	40	40	20	5.80 MA	2.51 M	0.12 M	60 A	365 A	1737 A	150 B
29	M 353 lote 35	Franco	40	40	20	5.61 MA	2.47 M	0.12 M	55 A	349 A	1537 A	137 B
30	M 341 lote 34	Franco	38	38	24	6.10 LA	2.01 M	0.10 M	42 A	211 A	1612 A	150 B
31	M 342 lote 34	Franco	40	38	22	6.30 LA	1.75 B	0.08 B	39 A	202 A	1475 A	137 B
32	M 343 lote 34	Franco	40	38	22	6.45 LA	2.01 M	0.10 M	74 A	213 A	1762 A	137 B
33	M 311 lote 31	Franco	40	42	18	6.03 LA	2.02 M	0.10 M	166 A	321 A	1900 A	162 B
34	M 312 lote 31	Franco	48	34	18	5.85 MA	2.26 M	0.11 M	146 A	348 A	1837 A	125 B
35	M 313 lote 31	Franco	42	40	18	6.40 LA	2.59 M	0.12 M	206 A	341 A	2550 A	175 B
36	M 314 lote 31	Franco Arenoso	54	30	16	6.34 LA	2.65 M	0.13 M	173 A	363 A	2137 A	162 B
37	IA IA 1	Franco	48	38	14	6.04 LA	3.47 M	0.17 M	690 A	588 A	4112 A	362 A
38	IA IA 2	Franco	48	40	12	5.84 MA	3.16 M	0.15 M	1063 A	768 A	5575 A	500 A
39	IA IA 3	Franco	46	40	14	5.33 FA	2.7 M	0.13 M	746 A	515 A	3750 A	325 A
40	IB IB 1	Franco	40	40	20	5.60 MA	2.84 M	0.14 M	85 A	531 A	3462 A	237 M
41	IB IB 2	Franco	46	38	16	5.39 FA	2.89 M	0.14 M	746 A	447 A	3862 A	262 M
42	IC IC 1	Franco	46	36	18	5.80 MA	3.41 M	0.17 M	876 A	365 A	3850 A	237 M
43	IC IC 2	Franco	46	34	20	6.04 LA	3.4 M	0.17 M	760 A	304 A	3675 A	262 M
44	ID ID 1	Franco Arenoso	60	24	16	4.64 FA	2.14 M	0.10 M	124 A	185 A	2012 A	187 M
45	ID ID 2	Franco Arenoso	58	28	14	4.74 FA	1.58 B	0.07 B	158 A	148 A	1900 A	187 M
46	M 401 lote 40	Franco Arenoso	64	22	14	5.99 MA	1.57 B	0.07 B	142 A	207 A	1050 M	112 B
47	M 402 lote 40	Franco Arenoso	66	22	12	6.27 LA	1.73 B	0.08 B	51 A	232 A	1175 M	150 B
48	M 403 lote 40	Franco Arenoso	60	26	14	6.47 LA	1.86 B	0.09 B	74 A	240 A	1500 A	150 B

Responsable:   
Ing. Lidia Flores

Jefe Lab.   
Dra. Ana Margoth de Andrews



# ZAMORANO

CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA  
LABORATORIO DE SUELOS

Solicitante: MORLAN SANCHEZ		
Institución: CCPA		
Localización	Aldea	Municipio
de la muestra: ZAMORANO		
Departamento: FRANCISCO MORAZAN		
Cultivo a sembrar:		
Recomendación:	Si	No X

## RESULTADO DE ANALISIS

Fecha de entrada: 28/08/2000

Fecha de salida: 20/10/2000

### Interpretación:

A=Alto                      pH

M=Medio

B=Bajo

N=Normal

N/A=Normal Alto

# Lab.	Muestra	Textura	% Arena	% Limo	% Arcilla	pH (H <sub>2</sub> O)	% M.O.	% N <sub>total</sub>	ppm (Disponible)									meq/100g Al		
									P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn		B	
891	C 52													N/A	A	N/A	N			0.13
														1.3	39	18	3.4			
893	C 54													N/A	A	A	N			0.09
														1.3	65	35	3.2			
933	Lote 91													N/A	A	A	N			0.10
														2.3	107	36	2.8			
962	Muestra 161 Lote 16													N/A	A	A	N			0.15
														1.8	75	34	3			
963	Muestra 162 Lote 16													N/A	A	A	N			0.17
														1.7	70	44	2.4			

Responsable: \_\_\_\_\_  
Ing. Hilda Flores

Jefe Lab.   
Dra. Ana Margoth de Andrews

# ZAMORANO

CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA  
LABORATORIO DE SUELOS

Solicitante: MORLAN SANCHEZ		
Institución: CCPA		
Localización	Aldea	Municipio
de la muestra: ZAMORANO		
Departamento: FRANCISCO MORAZAN		
Cultivo a sembrar:		
Recomendación:	Si	No X

## RESULTADO DE ANALISIS

Fecha de entrada: 28/08/2000

Fecha de salida: 20/10/2000

Interpretación:

A=Alto                      pH  
M=Medio  
B=Bajo

N=Normal  
N/A=Normal/Alto  
B/N=Bajo/Normal

# Lab.	Muestra	Textura	% Arena	% Limo	% Arcilla	pH (H <sub>2</sub> O)	% M.O.	% N <sub>total</sub>	ppm (Disponible)									meq/100g			
									P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Al		
964	Muestra 163 Lote 16														N/A	A	A	N			0.16
965	Muestra 164 Lote 16														N/A	A	A	N			0.13
1044	ID ID 1														N/A	A	A	N			0.19
1045	ID ID 2														N/A	A	A	N			0.20
1057	Muestra 416 Lote 41														N/A	A	A	B/N			0.09

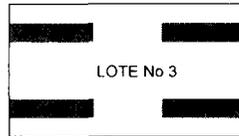
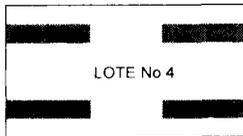
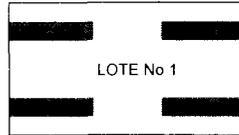
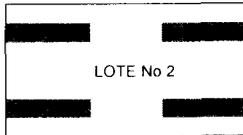
Responsable: \_\_\_\_\_  
Ing. Hilda Flores

Jefe Lab *Ana Margoth de Andrews*  
Dra. Ana Margoth de Andrews

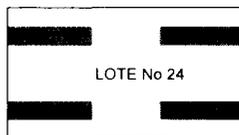
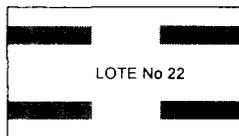
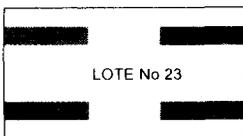
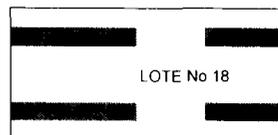
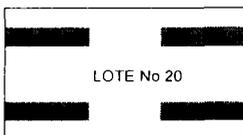
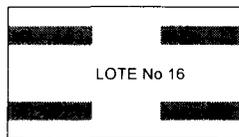
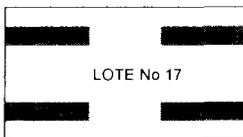
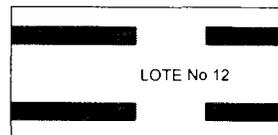
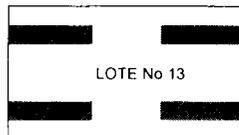
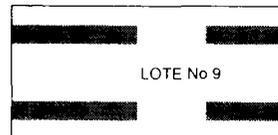
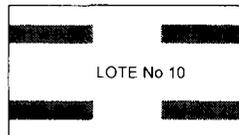
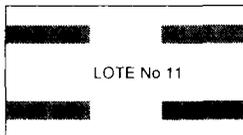
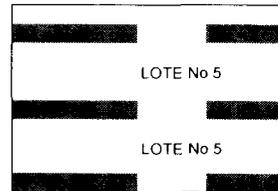
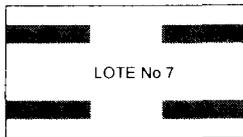
# ANEXO 2

Mapa de niveles de pH

Agricultura orgánica

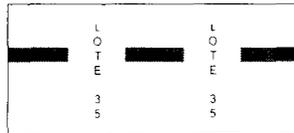
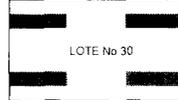
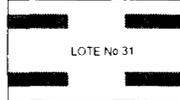
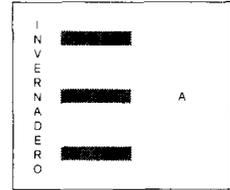
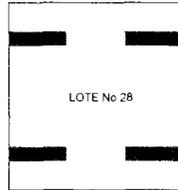
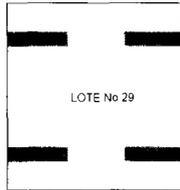
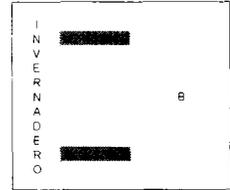
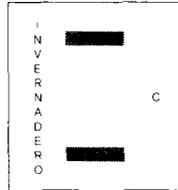
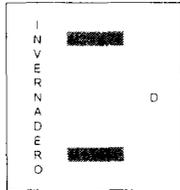
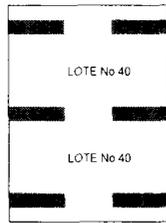
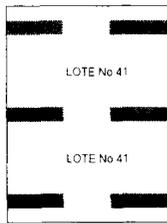


## SUELOS ZONA II



# Mapa de niveles de pH

SUELOS ZONA III



# Mapa de niveles de materia orgánica

Medio

Bajo

Bajo	< 2
Medio	2 > M.O. < 4
Alto	> 4

## Agricultura orgánica

M2 = 2.40	M1 = 2.34
LOTE No 2	
M4 = 2.39	M3 = 2.02

M1 = 1.58	M2 = 2.72
LOTE No 1	
M3 = 2.01	M4 = 2.59

M2 = 2.28	M1 = 2.09
LOTE No 4	
M4 = 1.51	M3 = 1.64

M1 = 2.72	M2 = 2.67
LOTE No 3	
M3 = 2.15	M4 = 2.11

### SUELOS ZONA II

M2 = 2.26	M1 = 1.82
LOTE No 7	
M4 = 2.01	M3 = 2.20

M1 = 2.28	M2 = 2.60
LOTE No 5	
M3 = 2.14	M4 = 2.90
LOTE No 5	
M5 = 2.79	M6 = 2.97

M2 = 1.75	M1 = 1.59
LOTE No 11	
M4 = 1.85	M3 = 1.79

M1 = 2.04	M2 = 1.71
LOTE No 10	
M3 = 2.10	M4 = 2.34

M1 = 2.92	M2 = 3.37
LOTE No 9	
M3 = 2.43	M4 = 3.39

M2 = 1.72	M1 = 2.1
LOTE No 14	
M4 = 1.15	M3 = 1.66

M1 = 1.91	M2 = 1.98
LOTE No 13	
M3 = 2.43	M4 = 2.23

M1 = 3.25	M2 = 2.94
LOTE No 12	
M3 = 3.26	M4 = 3.40

M2 = 1.72	M1 = 1.93
LOTE No 17	
M4 = 2.48	M3 = 2.23

M1 = 2.56	M2 = 2.44
LOTE No 16	
M3 = 2.24	M4 = 2.23

M2 = 2.1	M1 = 1.97
LOTE No 20	
M4 = 1.86	M3 = 1.72

M1 = 2.58	M2 = 2.77
LOTE No 18	
M3 = 2.51	M4 = 2.52

M2 = 1.82	M1 = 1.89
LOTE No 23	
M4 = 2.09	M3 = 2.07

M1 = 2.60	M2 = 2.45
LOTE No 22	
M3 = 2.77	M4 = 2.57

M1 = 2.20	M2 = 2.13
LOTE No 24	
M3 = 1.89	M4 = 2.14

# Mapa de niveles de nitrogeno total

Agricultura orgánica

Medio  
Bajo

Bajo	< 0.1
Medio	0.1 - 0.2
Alto	>0.2

M2 = 0.12	M1 = 0.11
LOTE No 2	
M4 = 0.11	M3 = 0.10

M1 = 0.07	M2 = 0.13
LOTE No 1	
M3 = 0.10	M4 = 0.12

M2 = 0.11	M1 = 0.10
LOTE No 4	
M4 = 0.07	M3 = 0.08

M1 = 0.13	M2 = 0.13
LOTE No 3	
M3 = 0.10	M4 = 0.12

## SUELOS ZONA II

M2 = 0.11	M1 = 0.09
LOTE No 7	
M4 = 0.10	M3 = 0.11

M1 = 0.11	M2 = 0.13
LOTE No 5	
M3 = 0.10	M4 = 0.14
LOTE No 5	
M5 = 0.13	M6 = 0.14

M2 = 0.08	M1 = 0.07
LOTE No 11	
M4 = 0.09	M3 = 0.09

M1 = 0.10	M2 = 0.08
LOTE No 10	
M3 = 0.10	M4 = 0.11

M1 = 0.14	M2 = 0.16
LOTE No 9	
M3 = 0.12	M4 = 0.16

M2 = 0.08	M1 = 0.10
LOTE No 14	
M4 = 0.05	M3 = 0.08

M1 = 0.09	M2 = 0.09
LOTE No 13	
M3 = 0.12	M4 = 0.11

M1 = 0.16	M2 = 0.14
LOTE No 12	
M3 = 0.16	M4 = 0.17

M2 = 0.08	M1 = 0.09
LOTE No 17	
M4 = 0.12	M3 = 0.11

M1 = 0.12	M2 = 0.12
LOTE No 16	
M3 = 0.11	M4 = 0.11

M2 = 0.10	M1 = 0.09
LOTE No 20	
M4 = 0.09	M3 = 0.08

M1 = 0.12	M2 = 0.13
LOTE No 18	
M3 = 0.12	M4 = 0.12

M2 = 0.09	M1 = 0.09
LOTE No 23	
M4 = 0.10	M3 = 0.10

M1 = 0.13	M2 = 0.12
LOTE No 22	
M3 = 0.13	M4 = 0.12

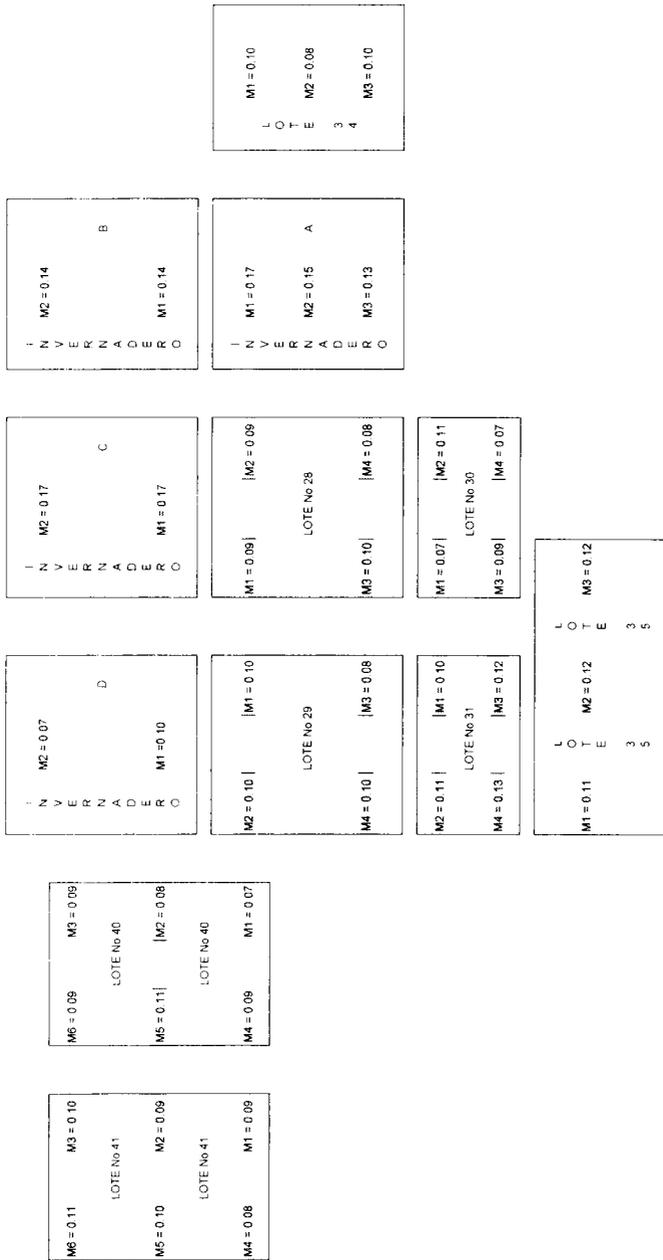
M1 = 0.11	M2 = 0.10
LOTE No 24	
M3 = 0.09	M4 = 0.10

# Mapa de niveles de nitrógeno total

## SUELOS ZONA III

Medio  
Bajo

Bajo	< 0.1
Medio	0.1 - 0.2
Alto	> 0.2



# Mapa de niveles de fósforo

Alto

Bajo	< 17
Medio	17 - 30
Alto	> 30

Agricultura orgánica

M2 = 390	M1 = 256
LOTE No 2	
M4 = 234	M3 = 212

M1 = 226	M2 = 370
LOTE No 1	
M3 = 234	M4 = 226

M2 = 318	M1 = 296
LOTE No 4	
M4 = 206	M3 = 143

M1 = 193	M2 = 234
LOTE No 3	
M3 = 212	M4 = 249

SUELOS ZONA II

M2 = 155	M1 = 206
LOTE No 7	
M4 = 199	M3 = 143

M1 = 74	M2 = 72
LOTE No 5	
M3 = 55	M4 = 51
LOTE No 5	
M5 = 65	M6 = 70

M2 = 115	M1 = 110
LOTE No 11	
M4 = 152	M3 = 170

M1 = 129	M2 = 110
LOTE No 10	
M3 = 193	M4 = 161

M1 = 99	M2 = 105
LOTE No 9	
M3 = 105	M4 = 126

M2 = 199	M1 = 173
LOTE No 14	
M4 = 189	M3 = 164

M1 = 162	M2 = 149
LOTE No 13	
M3 = 132	M4 = 126

M1 = 223	M2 = 199
LOTE No 12	
M3 = 180	M4 = 279

M2 = 166	M1 = 149
LOTE No 17	
M4 = 182	M3 = 220

M1 = 132	M2 = 100
LOTE No 16	
M3 = 115	M4 = 143

M2 = 121	M1 = 126
LOTE No 20	
M4 = 79	M3 = 105

M1 = 115	M2 = 110
LOTE No 18	
M3 = 79	M4 = 115

M2 = 94	M1 = 75
LOTE No 23	
M4 = 58	M3 = 65

M1 = 51	M2 = 74
LOTE No 22	
M3 = 37	M4 = 86

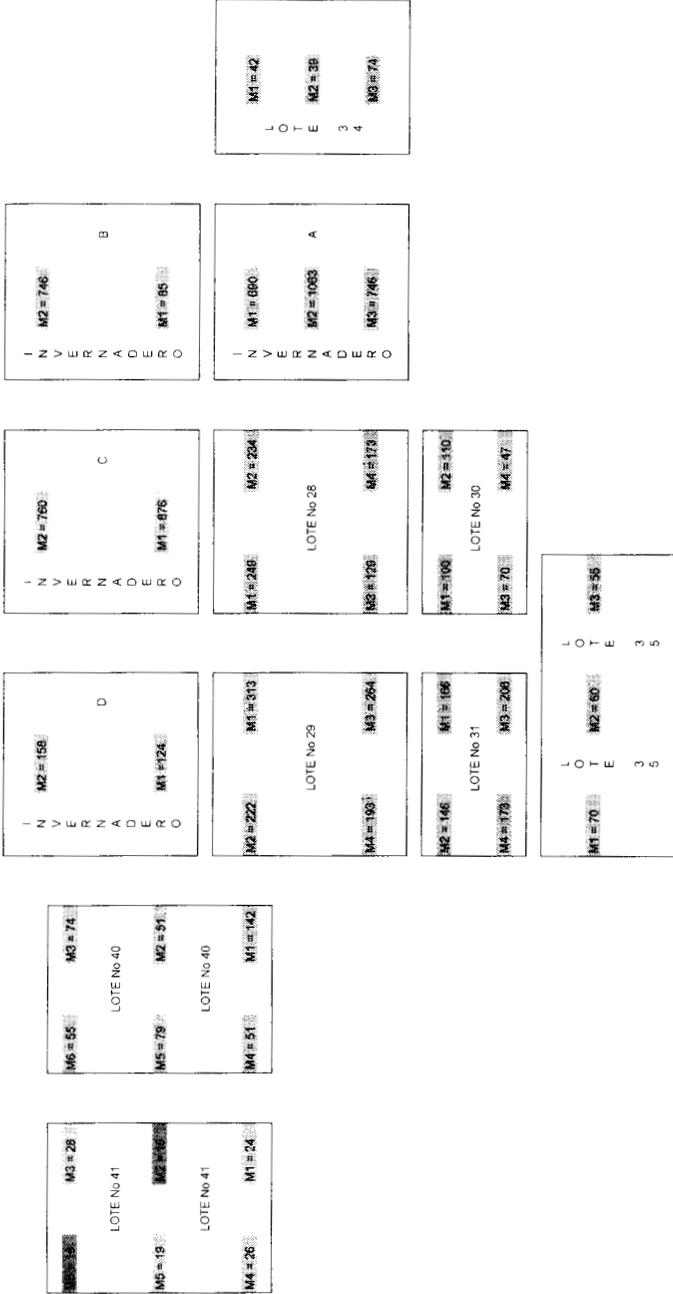
M1 = 74	M2 = 89
LOTE No 24	
M3 = 55	M4 = 70

# Mapa de niveles de fósforo

## SUELOS ZONA III

Bajo	< 17
Medio	17 - 30
Alto	> 30

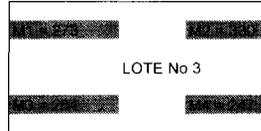
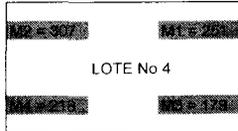
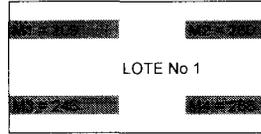
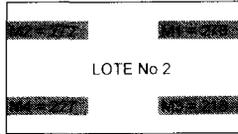
Alto	Medio	Bajo
------	-------	------



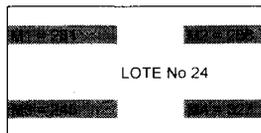
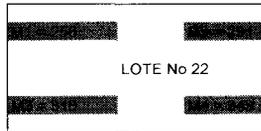
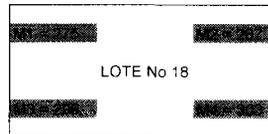
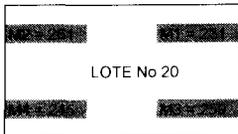
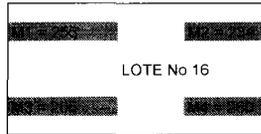
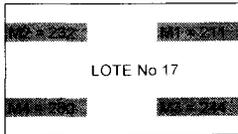
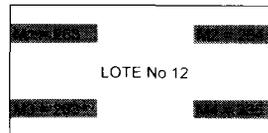
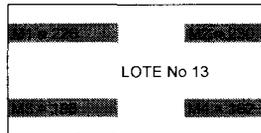
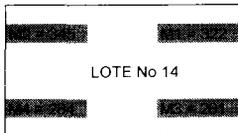
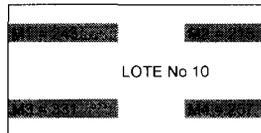
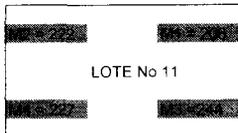
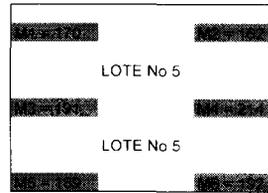
# Mapa de niveles de potasio

Agricultura orgánica

Bajo	< 59
Medio	59 - 137
Alto	> 137



## SUELOS ZONA II



# Mapa de niveles de calcio

Agricultura orgánica

Alto

Bajo	< 800
Medio	800 - 1200
Alto	> 1200

M2 = 2362	M1 = 2112
LOTE No 2	
M4 = 1725	M3 = 1625

M1 = 1962	M2 = 2487
LOTE No 1	
M3 = 2162	M4 = 2300

M2 = 2150	M1 = 2137
LOTE No 4	
M4 = 1712	M3 = 1387

M1 = 2075	M2 = 2200
LOTE No 3	
M3 = 2150	M4 = 2112

## SUELOS ZONA II

M2 = 1750	M1 = 2037
LOTE No 7	
M4 = 1725	M3 = 1900

M1 = 1437	M2 = 1575
LOTE No 5	
M3 = 1350	M4 = 1500
LOTE No 5	
M5 = 1575	M6 = 1625

M2 = 1387	M1 = 1237
LOTE No 11	
M4 = 1562	M3 = 1762

M1 = 1925	M2 = 1637
LOTE No 10	
M3 = 1800	M4 = 1562

M1 = 1537	M2 = 1825
LOTE No 9	
M3 = 1662	M4 = 2075

M2 = 1975	M1 = 1950
LOTE No 14	
M4 = 1937	M3 = 1837

M1 = 1887	M2 = 1800
LOTE No 13	
M3 = 1837	M4 = 1550

M1 = 2350	M2 = 2312
LOTE No 12	
M3 = 2075	M4 = 2562

M2 = 1687	M1 = 1712
LOTE No 17	
M4 = 1962	M3 = 2100

M1 = 1312	M2 = 1225
LOTE No 16	
M3 = 1350	M4 = 1400

M2 = 1700	M1 = 1512
LOTE No 20	
M4 = 1412	M3 = 1412

M1 = 2912	M2 = 2450
LOTE No 18	
M3 = 2475	M4 = 1575

M2 = 1250	M1 = 1575
LOTE No 23	
M4 = 1582	M3 = 1550

M1 = 1362	M2 = 1412
LOTE No 22	
M3 = 1500	M4 = 1700

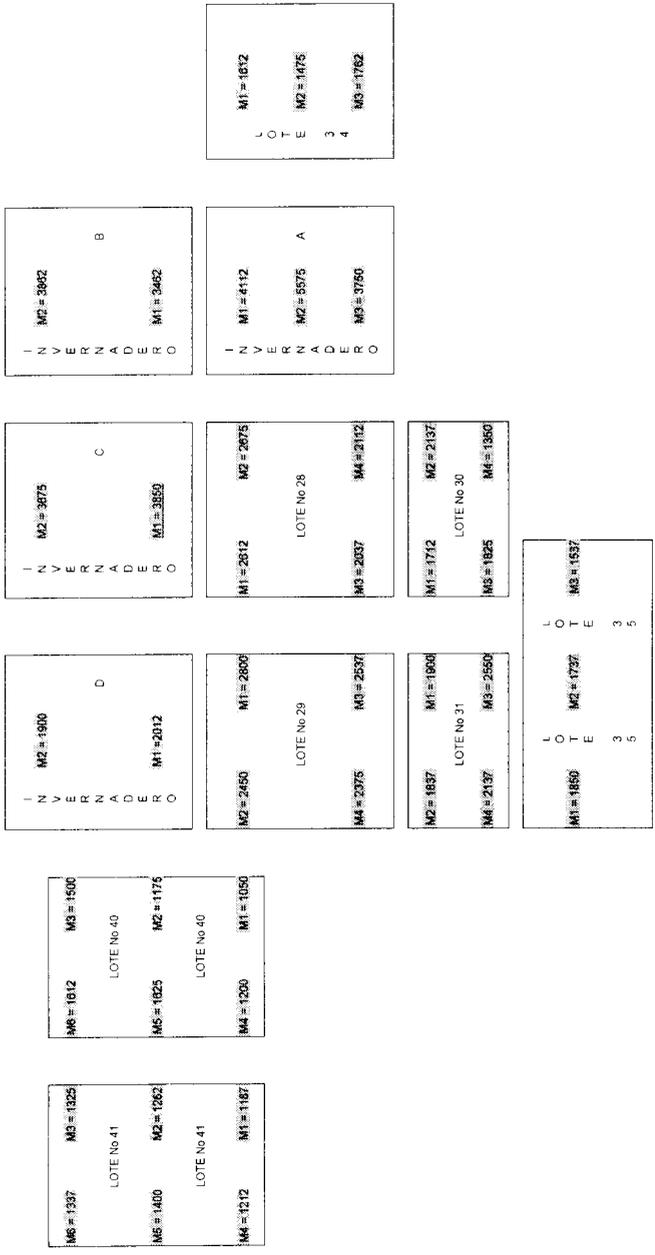
M1 = 1725	M2 = 1687
LOTE No 24	
M3 = 1512	M4 = 1675

Bajo	< 800
Medio	800 - 1200
Alto	> 1200

Alto

Mapa de distribución de calcio

SUELOS ZONA III

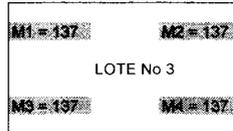
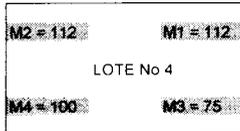
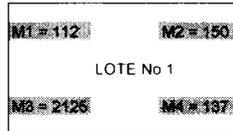
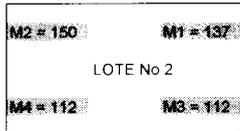


# Mapa de niveles de magnesio

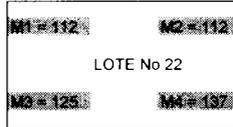
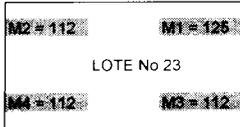
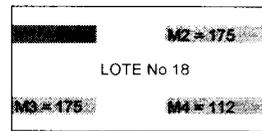
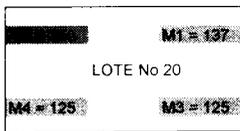
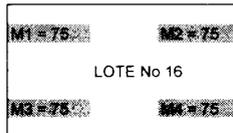
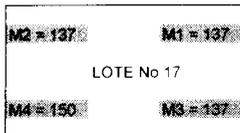
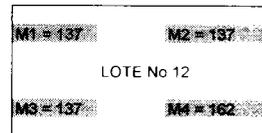
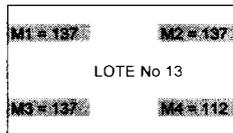
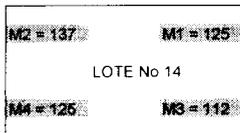
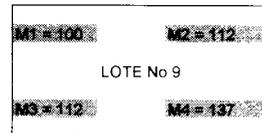
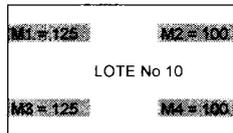
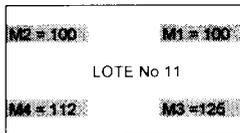
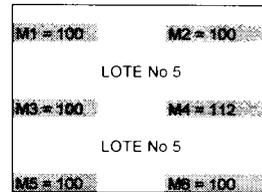
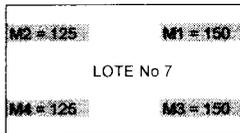
Agricultura orgánica

Bajo

Bajo	< 180
Medio	180 - 300
Alto	> 300



## SUELOS ZONA II

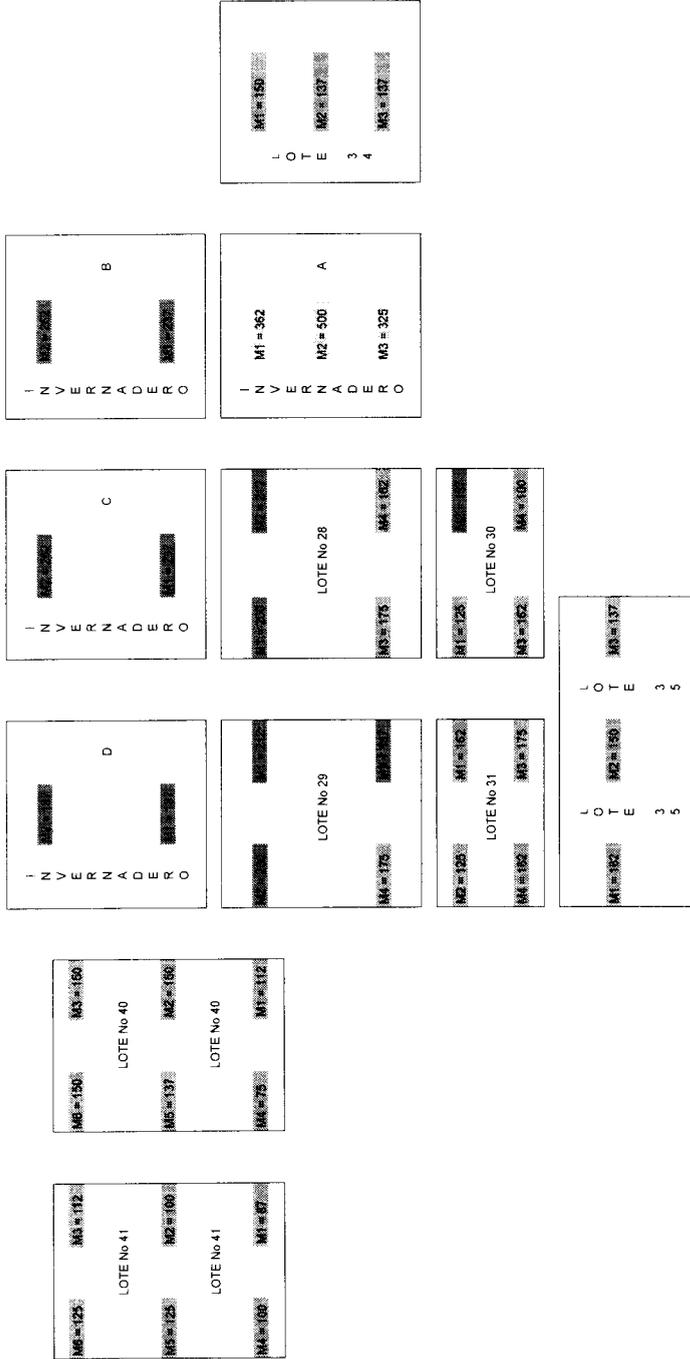


# Mapa de niveles de magnesio

## SUELOS ZONA III

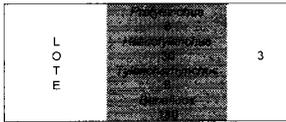
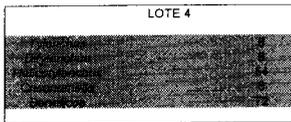
Bajo	< 180
Medio	180 - 300
Alto	> 300

Alto  
Bajo

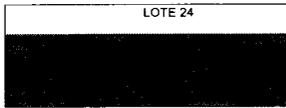
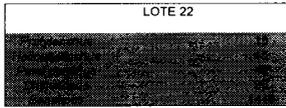
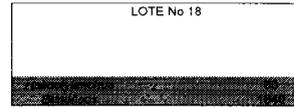
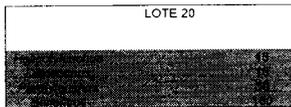
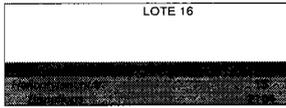
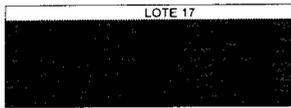
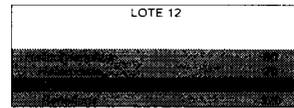
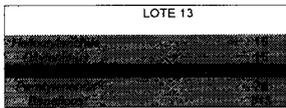
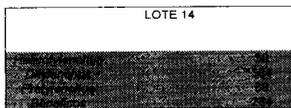
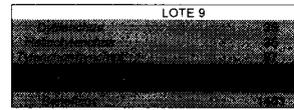
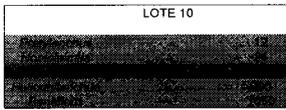
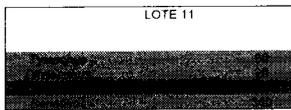
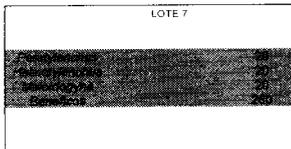


# Mapa de poblaciones de nematodos

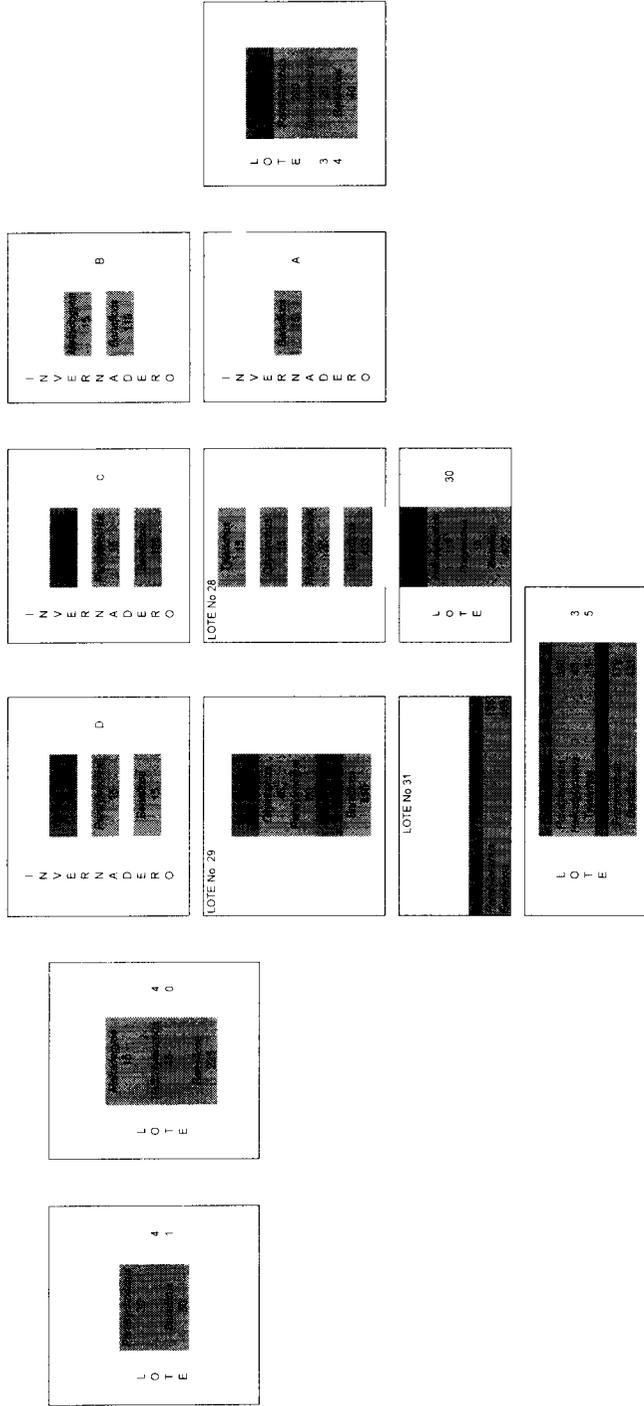
## Agricultura orgánica



### SUELOS ZONA II



Mapa de poblaciones de nematodos  
SUELOS ZONA III



Lote	Muestra	ppm			Meq K	Meq Ca	Meq Mg	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	Ca + Mg / K
		K	Ca	Mg							
5	1	170	1437	100	0.4358	7.185	0.8333	8.622	1.9121	16.48	18.39
	2	162	1575	100	0.4153	7.875	0.8333	9.450	2.0065	18.96	20.96
	3	191	1350	100	0.4897	6.750	0.8333	8.100	1.7016	13.78	15.48
	4	214	1500	112	0.5487	7.500	0.9333	8.036	1.7009	13.66	15.36
	5	189	1575	100	0.4846	7.875	0.8333	9.450	1.7195	16.25	17.97
	6	192	1625	100	0.4923	8.125	0.8333	9.750	1.6926	16.50	18.19
7	1	229	1725	125	0.5871	8.625	1.0417	8.279	1.7743	14.69	16.46
	2	305	2037	150	0.7820	10.185	1.2500	8.148	1.5984	13.02	14.62
	3	335	1750	125	0.8589	8.750	1.0417	8.399	1.2128	10.18	11.40
	4	342	1900	150	0.8769	9.500	1.2500	7.600	1.4254	10.83	12.25
9	1	179	1537	100	0.4589	7.685	0.8333	9.222	1.8158	16.74	18.56
	2	198	1825	112	0.5076	9.125	0.9333	9.777	1.8386	17.97	19.81
	3	238	1662	112	0.6102	8.310	0.9333	8.903	1.5294	13.61	15.14
	4	309	2075	137	0.7923	10.375	1.1417	9.087	1.4409	13.09	14.53
10	1	243	1925	125	0.6230	9.625	1.0417	9.239	1.6720	15.44	17.12
	2	215	1637	100	0.5512	8.185	0.8333	9.822	1.5117	14.84	16.36
	3	331	1800	125	0.8487	9.000	1.0417	8.639	1.2274	10.60	11.83
	4	257	1562	100	0.6589	7.810	0.8333	9.372	1.2646	11.85	13.11
11	1	206	1237	100	0.5871	6.185	0.8333	7.422	1.4193	10.53	11.95
	2	222	1387	100	0.7820	6.935	0.8333	8.322	1.2787	8.86	9.93
	3	244	1762	125	0.8589	8.810	1.0417	8.457	1.2183	10.25	11.47
	4	227	1562	112	0.6589	7.810	0.9333	8.368	1.4164	11.85	13.26
12	1	283	2350	137	0.7256	11.750	1.1417	10.290	1.5734	16.19	17.76
	2	264	2312	137	0.6769	11.560	1.1417	10.125	1.6866	17.07	18.76
	3	283	2075	137	0.7256	10.375	1.1417	9.087	1.5734	14.29	15.87
	4	335	2562	162	0.8589	12.810	1.3500	9.488	1.5717	14.91	16.48
13	1	228	1887	137	0.5846	9.435	1.1417	8.265	1.9529	16.13	18.09
	2	230	1800	137	0.5897	9.000	1.1417	7.882	1.9360	15.26	17.19
	3	198	1837	137	0.5076	9.185	1.1417	8.045	2.2492	18.09	20.34
	4	192	1550	112	0.4923	7.750	0.9333	8.303	1.8957	15.74	17.63

Lote	Muestra	ppm			Meq K	Meq Ca	Meq Mg	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	Ca + Mg / K
		K	Ca	Mg							
14	1	322	1950	125	0.8256	9.750	1.0417	9.359	1.2617	11.80	13.07
	2	345	1975	137	0.8846	9.875	1.1417	8.649	1.2906	11.16	12.45
	3	261	1837	112	0.6692	9.185	0.9333	9.841	1.3946	13.72	15.11
	4	284	1937	125	0.7282	9.685	1.0417	9.297	1.4305	13.29	14.73
16	1	255	1312	75	0.6538	6.560	0.6250	10.496	0.9559	10.03	11.30
	2	234	1225	75	0.6000	6.125	0.6250	9.800	1.0417	10.20	11.25
	3	205	1350	75	0.5256	6.750	0.6250	10.800	1.1891	12.84	14.02
	4	280	1400	75	0.7179	7.000	0.6250	11.200	0.8705	9.75	10.62
17	1	211	1712	137	0.5410	8.560	1.1417	7.497	2.1100	15.82	17.93
	2	232	1687	137	0.5948	8.435	1.1417	7.388	1.9100	14.18	16.10
	3	244	2100	137	0.6256	10.500	1.1417	9.196	1.8249	16.78	18.60
	4	280	1962	150	0.7179	9.810	1.2500	7.848	1.7411	13.66	15.4
18	1	275	2912	200	0.7051	14.560	1.6667	8.734	2.3637	20.64	23.01
	2	267	2450	175	0.6846	12.250	1.4583	8.400	2.1300	17.89	20.02
	3	298	2475	175	0.7641	12.375	1.4583	8.485	1.9085	16.19	18.10
	4	303	1575	112	0.7769	7.875	0.9333	8.437	1.2013	10.13	11.33
20	1	231	1512	137	0.5923	7.560	1.1417	6.621	1.9275	12.76	14.69
	2	261	1700	250	0.6692	8.500	2.0833	4.080	3.1131	12.70	15.81
	3	259	1412	125	0.6641	7.060	1.0417	6.777	1.5685	10.63	12.19
	4	245	1412	125	0.6282	7.060	1.0417	6.777	1.6582	11.23	12.89
22	1	258	1362	112	0.6615	6.810	0.9333	7.296	1.4108	10.29	11.70
	2	291	1412	112	0.7435	7.060	0.9333	7.564	1.2552	9.49	10.75
	3	316	1500	125	0.8102	7.500	1.0417	5.292	1.2857	9.25	10.54
	4	349	1700	137	0.8948	8.500	1.1417	7.445	1.2759	9.49	10.77
23	1	245	1575	125	0.6282	7.875	1.0417	7.559	1.6582	12.53	14.19
	2	212	1250	112	0.5435	6.250	0.9333	6.696	1.7172	11.49	13.21
	3	250	1550	112	0.6410	7.750	0.9333	7.233	1.4560	12.09	13.54
	4	263	1562	112	0.6743	7.810	0.9333	8.368	1.3841	11.58	12.96
24	1	281	1725	125	0.7205	8.625	1.0417	8.279	1.4458	11.97	13.41
	2	266	1687	125	0.6820	8.435	1.0417	8.097	1.5274	12.36	13.89
	3	245	1512	137	0.6282	7.560	1.1417	6.621	1.8174	12.03	13.85
	4	327	1675	125	0.8384	8.375	1.0417	8.039	1.2424	9.98	11.23

Lote	Muestra	ppm			Meq K	Meq Ca	Meq Mg	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	Ca + Mg / K
		K	Ca	Mg							
28	1	392	2612	200	1.0051	13.060	1.6667	7.835	1.6582	12.99	14.65
	2	417	2675	212	1.0692	13.375	1.7667	7.570	1.6523	12.50	14.16
	3	270	2037	175	0.6923	10.180	1.4583	6.980	2.1064	14.70	16.81
	4	301	2112	162	0.7717	10.560	1.3500	7.822	1.7493	13.68	15.43
29	1	407	2800	212	1.0435	14.000	1.7667	7.924	1.6930	13.41	15.10
	2	360	2450	200	0.9230	12.250	1.6667	7.349	1.8057	13.27	15.07
	3	334	2537	187	0.8564	12.685	1.5583	8.140	1.8195	14.81	16.63
	4	346	2375	175	0.8871	11.875	1.4583	8.143	1.6438	13.38	15.03
30	1	197	1712	125	0.5051	8.560	1.0416	8.218	2.0620	16.94	19.00
	2	301	2137	187	0.7717	10.685	1.5583	6.856	2.0190	13.84	15.86
	3	247	1825	162	0.6333	9.125	1.3500	6.759	2.1316	14.4	16.54
	4	187	1350	100	0.4794	6.750	0.8333	8.100	1.7382	14.08	15.81
31	1	321	1900	162	0.8230	9.500	1.3500	7.037	1.6400	11.54	13.18
	2	348	1837	125	0.8923	9.185	1.0416	8.818	1.1673	10.29	11.46
	3	341	2550	175	0.8743	12.750	1.4583	8.743	1.6679	14.58	16.25
	4	363	2137	172	0.9307	10.685	1.4333	7.454	1.5400	11.48	13.02
34	1	211	1612	150	0.5410	8.060	1.2500	6.448	2.3105	14.89	17.20
	2	202	1475	137	0.5179	7.375	1.1417	6.459	2.2044	14.24	8.51
	3	213	1762	137	0.5461	8.810	1.1417	7.716	2.0906	16.13	18.22
35	1	325	1850	162	0.8333	9.250	1.3500	6.851	1.6200	11.10	12.72
	2	365	1737	150	0.9358	8.685	1.2500	6.948	1.3357	9.28	10.61
	3	349	1537	137	0.8948	7.685	1.1417	6.731	1.2759	8.58	9.86
40	1	207	1050	112	0.5307	5.25	0.9333	5.625	1.7586	9.89	11.65
	2	232	1175	150	0.5948	5.875	1.2500	4.700	2.1015	9.87	11.97
	3	240	1500	150	0.6153	7.500	1.2500	6.000	2.0315	12.18	14.22
	4	187	1200	75	0.4794	6.000	0.6250	9.600	1.3037	12.51	13.81
	5	272	1625	137	0.6974	8.125	1.1417	7.116	1.6370	11.65	13.28
	6	234	1612	150	0.6000	8.060	1.2500	6.448	2.0833	13.43	15.51

Lote	Muestra	ppm			Meq K	Meq Ca	Meq Mg	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	Ca + Mg / K
		K	Ca	Mg							
41	1	210	1187	87	0.5384	5.935	0.7250	8.186	1.3465	11.02	12.36
	2	259	1262	100	0.6641	6.310	0.8333	7.572	1.2547	9.50	10.75
	3	269	1325	112	0.6897	6.625	0.9333	7.098	1.3519	9.60	10.95
	4	229	1212	100	0.5871	6.060	0.8333	7.272	1.4193	10.32	11.74
	5	236	1400	125	0.6051	7.000	1.0416	6.720	1.7213	11.56	13.28
	6	219	1337	125	0.5615	6.685	1.0416	6.418	1.8550	11.90	13.76
I A	1	588	4112	362	1.5076	20.560	3.0167	6.815	2.0009	13.63	15.63
	2	768	5575	500	1.9692	27.875	4.1667	6.689	2.1159	14.15	16.27
	3	515	3750	325	1.3205	18.750	2.7083	6.9231	2.0509	14.19	16.25
I B	1	531	3462	237	1.3615	17.310	1.9750	8.764	1.4506	12.71	14.16
	2	447	3862	262	1.1461	19.310	2.1833	8.844	1.9049	16.84	18.75
I C	1	365	3850	237	0.9358	19.250	1.9750	9.746	2.1104	20.57	22.68
	2	304	3675	262	0.7794	18.360	2.1833	8.409	2.8012	23.55	26.35
I D	1	185	2012	187	0.4743	10.060	1.5583	6.455	3.2854	21.21	24.49
	2	148	1900	187	0.3794	9.500	1.5583	6.0963	4.1072	25.03	29.14

## ANEXO 4

### Aplicaciones de cal en los últimos cuatro años

Lote	Año			
	1997	1998	1999	2000
A. O. 1	NO	NO	NO	SI
A. O. 2	NO	NO	NO	SI
A. O. 3	NO	NO	NO	SI
A. O. 4	NO	NO	SI	SI
L 5	NO	NO	NO	NO
L 7	SI	NO	SI	NO
L 9	NO	NO	NO	NO
L 10	SI	NO	NO	NO
L 11	SI	NO	SI	NO
L 12	NO	NO	NO	NO
L 13	NO	SI	NO	NO
L 14	NO	NO	NO	NO
L 16	SI	NO	NO	NO
L 17	NO	SI	SI	NO
L 18	NO	NO	NO	NO
L 20	SI	SI	SI	SI
L 22	NO	NO	NO	NO
L 23	SI	SI	NO	NO
L 24	SI	NO	NO	SI
L 28	NO	NO	NO	NO
L 29	NO	SI	NO	NO
L 30	NO	NO	NO	NO
L 31	SI	NO	NO	NO
L 34	NO	NO	SI	NO
L 35	NO	NO	NO	NO
L 40	NO	SI	SI	NO
L 41	NO	NO	NO	NO
I A	SI	NO	NO	SI
I B	NO	NO	NO	NO
I C	NO	NO	SI	NO
I D	NO	NO	SI	NO

## ANEXO 4

### Aplicaciones de materia orgánica en los últimos cuatro años

Lote	Año			
	1997	1998	1999	2000
A. O. 1	NO	SI	SI	SI
A. O. 2	SI	NO	SI	SI
A. O. 3	SI	SI	SI	SI
A. O. 4	SI	SI	SI	SI
L 5	NO	NO	NO	SI
L 7	SI	NO	NO	SI
L 9	NO	SI	NO	SI
L 10	NO	NO	NO	SI
L 11	NO	NO	SI	NO
L 12	NO	SI	NO	SI
L 13	SI	SI	NO	NO
L 14	SI	NO	SI	NO
L 16	NO	NO	NO	NO
L 17	NO	NO	NO	SI
L 18	NO	NO	NO	SI
L 20	SI	NO	NO	SI
L 22	NO	NO	NO	SI
L 23	NO	NO	NO	SI
L 24	NO	SI	NO	SI
L 28	NO	NO	SI	NO
L 29	NO	NO	SI	NO
L 30	NO	NO	NO	NO
L 31	NO	SI	NO	NO
L 34	NO	NO	NO	NO
L 35	NO	NO	NO	NO
L 40	NO	NO	NO	NO
L 41	NO	NO	NO	NO
I A	NO	SI	NO	NO
I B	NO	SI	NO	NO
I C	NO	SI	NO	NO
I D	SI	SI	NO	NO