

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO
CON ENMIENDAS ORGÁNICAS EN LA FINCA TABACALERA “LA VEGA”, EN
QUEBRADA LARGA, JAMASTRÁN, EL PARAÍSO**

POR:

ALEXAVIER MEJIA MIRANDA

TESIS:

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO
CON ENMIENDAS ORGÁNICAS EN LA FINCA TABACALERA “LA VEGA”, EN
QUEBRADA LARGA, JAMASTRÁN, EL PARAÍSO**

POR:

ALEXAVIER MEJIA MIRANDA

MSc. Emilio Javier Fuentes Zúniga
Asesor Principal

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Por haberme dado la oportunidad de vivir esta experiencia y haber cumplido uno de mis sueños, culminar mi carrera universitaria.

A MIS PADRES

HILDA ROSA MIRANDA MEJÍA Y SANTOS JAVIER MEJIA RODRIGUEZ

Por su enorme apoyo incondicional, su preocupación por nuestra educación, por aconsejarme diariamente y enseñarme a luchar y enfrentar cualquier obstáculo, y que más agradecerle por su infinito amor.

A MI ABUELA

ELVIA ROSA MEJIA RAMOS

Por darme esa fortaleza esos ánimos de seguir adelante sin importar las circunstancias, por su amor y cariño de una segunda madre.

A MIS TIAS Y TIO

Por aconsejarme, apoyarme siempre y darme cariño y amor de familia.

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** que nunca nos abandona y siempre nos ilumina el camino.

A mis padres **HILDA y JAVIER** por haberme apoyado siempre y por darme mucho amor.

A mi abuela **ELVIA ROSA** y toda mi **FAMILIA** por su apoyo y comprensión.

A mi alma mater **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por haberme dado la oportunidad de culminar mis estudios universitarios.

A mis amigos, compañeros y hermanos **Hedman D. Mendoza, Carlos E. Paguada, José M. Madrid, Selvin V. Mendoza y José D. Plateros** por compartir conmigo buenos y malos momentos, su apoyo, comprensión y sobre todo su compañerismo.

A mis colegas de la clase **KAYROS 2013 UNA**, por los inolvidables momentos que pasamos en esta institución.

Agradezco especialmente a mis asesores de tesis MSc. **Emilio Fuentes**, MSc. **Oscar Ferreira**, al respaldo en la dirección del trabajo de tesis, a la dedicación durante todo el trabajo especialmente a la redacción de este documento y sobre todo por su valiosa amistad.

Al Ing. **Selvin Saravia**, por los aportes y sugerencias en la redacción. Agradezco al Ing. **Erlin** por apoyarme en redacción del documento

Agradezco también al Ing. **Nelson Salinas** por haberme apoyado durante la realización de mi investigación al igual que a **don Concepción** haberme instruido con sus conocimientos sobre el manejo y producción del tabaco.

DIOS LOS BENDIGA

ÌNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÌNDICE	iv
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	1
I INTRODUCCION	2
II OBJETIVOS.....	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
III REVISION DE LITERATURA	4
3.1 El Tabaco	4
3.2 Suelos	5
3.2.1 Suelos aptos para tabaco	5
3.3 Clima	6
3.4 Variedades.....	6
3.5 Plagas en el tabaco	7
3.5.1 Plagas del follaje	7
3.5.2 Enfermedades	8
3.6 Requerimientos nutricionales.....	8
3.7 Propiedades químicas del suelo.....	8
3.7.1 Macro-nutrientes del suelo	8
3.7.2 Micro-nutrientes del suelo.....	10
3.8 Propiedades físicas del suelo.....	11
3.8.1 Estructura del suelo	11

3.8.2 Color	11
3.8.3 Consistencia	12
3.8.4 Velocidad de infiltración.....	12
3.8.5 Densidad aparente	13
IV METODOLOGIA.....	14
4.1 Descripción del sitio de estudio	14
4.2 Materiales y equipo	15
4.3 Diseño experimental.....	15
4.4 Manejo orgánico de la finca La Vega	16
4.5 Plan de fertilización de la finca La Vega	16
4.6 Descripción del método.....	16
4.6.1 Muestreo del suelo en campo	17
4.6.2 Área muestreada.....	17
4.6.3 Manejo adecuado de la muestra	17
4.6.4 Numero de muestras.....	18
4.6.5 Profundidad del muestreo.....	18
4.6.6 Análisis físico y químico.....	18
4.7 Variables químicas evaluadas por cada muestra	19
4.7.1 Determinación de pH	19
4.7.2 Determinación de materia orgánica.....	19
4.7.3 Determinación de fosforo por Colorimetría	20
4.7.4 Determinación de K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn por Absorción Atómica	20
4.7.5 Determinación de nitrógeno total.....	21
4.8 Variables físicas a evaluadas por cada muestra.....	22
4.8.1 Densidad aparente	22
4.8.2 Determinación de la estructura del suelo	22
4.8.3 Determinación del color de los suelos.....	23
4.8.4 Determinación de la consistencia del suelo.....	23
4.8.5 Determinación de la velocidad de infiltración de agua en el suelo	25
V RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
5.1 Propiedades químicas del suelo evaluadas.....	28

5.1.1 pH	28
5.1.2 Niveles de materia orgánica	29
5.1.3 Nitrógeno total	30
5.1.4 Niveles de fosforo	31
5.1.5 Niveles de potasio	32
5.1.6 Niveles de calcio	33
5.1.7 Niveles de magnesio.....	34
5.1.8 Niveles de cobre	35
5.1.9 Niveles de hierro	36
5.1.10 Niveles de manganeso	37
5.1.11 Niveles de zinc	38
5.2 Propiedades físicas del suelo evaluadas	39
5.2.1 Estructura	39
5.2.2 Color	39
5.2.3 Consistencia	39
5.2.4 Velocidad de infiltración.....	40
5.2.5 Densidad Aparente	40
VI CONCLUSIONES	45
VII RECOMENDACIONES.....	46
VIII BIBLIOGRAFIA.....	47
ANEXOS	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Determinación de la consistencia en suelo seco.....	23
Tabla 2 Determinación de la consistencia en suelo húmedo.	24
Tabla 3 Determinación de la consistencia en suelo mojado.	24
Tabla 4 Rangos para la velocidad de infiltración.	25
Tabla 5 Resultados de análisis químicos de suelos de los lotes de la finca La Vega y los lotes aledaños, realizados en el Laboratorio de El Zamorano.	27
Tabla 6 Propiedades físicas del suelo de los lotes de la finca La Vega y los lotes aledaños realizados a nivel de campo y laboratorio.	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación de la Finca La Vega.	14
Figura 2. Niveles de pH en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	28
Figura 3. Niveles de materia orgánica en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	29
Figura 4. Nitrógeno total en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	30
Figura 5. Niveles de fosforo en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	31
Figura 6. Niveles de potasio en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	32
Figura 7. Niveles de calcio en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	33
Figura 8. Niveles de magnesio en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	34
Figura 9. Niveles de cobre en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	35

Figura 10. Niveles de hierro en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	36
Figura 11. Niveles de manganeso en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.....	37
Figura 12. Niveles de zinc en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.	38
Figura 13. Densidad aparente del suelo en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.....	41
Figura 14. Mapa de fertilidad Lote 1, finca La Vega.	43
Figura 15. Mapa de fertilidad Lote 2, finca La vega.	43
Figura 16. Mapa de fertilidad Lote 3, finca La Vega.	44

MEJIA MIRANDA, A. 2013. Determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo con enmiendas orgánicas en la Finca Tabacalera “La Vega”, en Quebrada Larga, Jamastrán, El Paraíso. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras.

RESUMEN

Este estudio se realizó en el valle de Jamastrán, Danlí, El Paraíso, el presente trabajo se realizó con el objetivo de comparar el grado de fertilidad de los suelos con cultivo de tabaco de la finca La Vega comparándolo con los terrenos aledaños. Se analizaron dos tratamientos con tres repeticiones cada uno. El trabajo se ejecutó en dos etapas: Etapa I Muestreo de suelo en campo y la Etapa II, Análisis físico y químico en laboratorio. En la etapa I se identificaron los lotes de donde se tomaron las muestras así como la determinación de algunas propiedades físicas del suelo que se evaluaron en el centro de cada lote como la: estructura, consistencia, color y velocidad de infiltración del agua en el suelo. En la etapa II se prepararon las muestras y se evaluaron variables como: densidad aparente, pH, materia orgánica (M.O), nitrógeno total (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn). Se muestrearon tres lotes de la finca La Vega y tres lotes de los terrenos aledaños, determinando así una media de 20 sub muestras por cada lote para obtener una muestra compuesta. Se depositaron en bolsas plásticas fueron rotuladas y llevadas al laboratorio de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. En el laboratorio fueron analizadas cada una de las muestras para determinar su grado de fertilidad de cada lote muestreado. Los resultados obtenidos de las propiedades físicas muestran que los suelos de la finca La Vega y los lotes aledaños presentan suelos con forma estructural granular, y con tamaño de partículas media de 2-5 mm y gruesa de 5-10 mm. Se determinó la dureza del suelo donde en los lotes con enmiendas orgánicas fue moderada. Los colores presentes en estos suelos son el olivo, el café y el gris. La velocidad de infiltración en los suelos de la finca La Vega es en promedio rápido, contrario en un lote aledaño que fue muy lenta. La densidad aparente en los lotes con enmiendas orgánicas en promedio fueron de 1.44 g/cm^3 y en los lotes aledaños fue de 1.45 g/cm^3 . Los resultados obtenidos de las propiedades químicas del suelo se observó que el P, K, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn en todos los lotes de la finca La Vega y los sitios aledaños presentaron niveles muy altos, contrario del N, M.O y Ca que presentaron niveles muy bajos en la finca La Vega pero en niveles óptimos la M.O y el Ca en los sitios aledaños. El pH en la finca La Vega y los sitios aledaños fue fuertemente ácido.

Palabras clave: Fertilidad, *Nicotiana tabacum*, Muestreo, Sub muestra, Muestra, Análisis, mineral, Zamorano, desarrollo, enmiendas.

I INTRODUCCION

El tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) es la cosecha no comestible de más valor en nuestro planeta, cuyo comercio, industrialización y tributos genera un movimiento económico gigantesco. (Morera, 1983). El área de producción en el mundo supera las 4,5 millones de hectáreas, con una producción estimada en más de 5,6 millones de toneladas. En su importancia se incluye el tabaco destinado a fabricación de cigarrillos, como el que se usa para elaborar los llamados cigarros "puros" (Tejeda 1993).

Como en cualquier otro cultivo, el tabaco presenta una serie de problemas agronómicos que pueden repercutir severamente en la cosecha. La importancia de estos problemas aumenta cuando se analiza el hecho de que las cosechas de tabaco son por periodos cortos en el año y que pueden llegar a representar inversiones millonarias. Uno de los parámetros más importantes en la producción adecuada de tabaco es el suelo, el cual influye de gran manera en la calidad de la hoja (Tejeda 1993)

Una de las metas del agricultor tabacalero debe ser desarrollar un programa de fertilización que resuelva las necesidades del cultivo, y así reducir al mínimo el costo y el impacto ambiental. Para alcanzar esta meta se necesita una planeación de la fertilización a partir de la disponibilidad de elementos en el suelo (análisis del suelo) (Smith y Wood 2005).

En la presente investigación se caracterizaran las propiedades físicas así como las químicas del suelo en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en la finca con manejo orgánico La Vega ubicada en el valle de Jamastrán para determinar el grado de fertilidad de dichos suelos y así elaborar un programa de fertilización que aporte mejoras en la producción del tabaco.

II OBJETIVOS

2.1 General

Determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo con enmiendas orgánicas en la finca tabacalera “La Vega”, en quebrada larga, Jamastrán, el Paraíso

2.2 Específicos

- a. Determinar los niveles de fertilidad del suelo de la finca La Vega para un cultivo de tabaco a través de un análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo.
- b. Describir y comparar el manejo orgánico utilizado en la finca La Vega con el manejo tradicional de los sitios adyacentes a la finca.
- c. Crear mapas de fertilidad en base a los lotes de la finca analizados y recomendar un programa de fertilidad para la producción de tabaco en la finca La Vega.

III REVISION DE LITERATURA

3.1 El Tabaco

Las expropiaciones de tierras y fábricas devastaron la producción, y muchos de los más grandes productores de tabacos finos hechos a mano huyeron del país. Los exiliados de la industria de los puros se llevaron consigo conocimientos y una experiencia inestimable, y tomando en cuenta el embargo comercial que Estados Unidos puso a los productos cubanos en 1962, surgió una creciente demanda de habanos y el conocimiento que poseían, aprovecharon para instalar sus campos de producción y sus fábricas en países como; República Dominicana, Honduras y Nicaragua. Sinónimo de estatus, poder, sofisticación, lujo, y buen vivir, el mercado mundial de puros o habanos mueve unos 5,000 millones de dólares en ventas anuales en la actualidad (Caballero, 2007).

Cuba, República Dominicana y Honduras, han logrado a través de los años, posesionarse como los principales fabricantes de puros hechos a mano de la más alta calidad. Cuba produce aproximadamente 350 millones de puros cada año, de los cuales, 150 millones son destinados para el consumo interno, mientras que Honduras y República Dominicana producen alrededor de 100 y 150 millones respectivamente. La producción total de los dos últimos países es destinada a la exportación (FAO, 2006).

En las últimas décadas ha aumentado la producción de tabaco en el mundo (60% entre 1975 y 1997), sobre todo en los países en progreso, con un crecimiento del 128% de 1975 a 1998, mientras en los países desarrollados disminuyó un 31% durante el mismo periodo. La producción sigue ascendiendo en más de 100 países, de los cuales más de 80 son países en progreso. Al impulsar el cultivo de tabaco en más países, la industria tabacalera ha logrado que el precio se reduzca (Ortega et al. 2004).

3.2 Suelos

En lo referente a los suelos, se considera que la planta se adapta a condiciones edáficas muy amplias. No obstante, los mejores resultados actuales, cuando se produce bajo lluvia, se obtienen en suelos de textura franco-arenosas a francas. En lo referente a las propiedades químicas del suelo, se ha determinado que el tabaco prospera mejor en suelos con pH entre medianamente ácido (5.5) a muy ligeramente alcalino (7.3). Por otra parte, se señala que esta planta requiere altos contenidos de potasio, elemento que favorece la combustión de la hoja. Se ha determinado que el nitrógeno y el fósforo se obtienen en gran medida de la transformación de la materia orgánica y que las quemadas controladas pueden influir positivamente en la mineralización de dichos nutrientes (Ruiz, 2000).

El suelo influye de manera determinante en la calidad de la hoja de tabaco. La hoja de tabaco dura de textura, que tenga problema para absorber humedad, que carezca de elasticidad y que queme mal, es inservible. Los suelos que produzcan hojas con estos defectos, en forma general, no son indicados para este cultivo. En general, suelos bien drenados y aireados, son los adecuados para tabaco, ya que permiten un buen desarrollo de raíces, favorecen el control de enfermedades, y producen buenas calidades (Morera 1983).

3.2.1 Suelos aptos para tabaco

También requiere de suelos con una estructura de buena aireación, drenaje y capacidad aceptable de retención de agua y por supuesto, buena permeabilidad, por lo que son convenientes las aportaciones de materia orgánica como elemento fundamental de mejora de las condiciones físicas del suelo. El pH más apropiado para el tabaco es el que comprende entre 5 y 6.3. La textura del suelo: suelo franco-arenoso, franco y franco-limoso. En terrenos arenosos, para disminuir el contenido en nicotina de las hojas se debe aumentar la densidad de plantas, acercándose en regadíos a las 30,000 plantas/ha para disminuir el desarrollo radicular de las plantas (Fernández M. 1997).

Para tabaco estufado los suelos deben ser de textura abierta, franco-arenosos o arenosos, profundos, y de bajo contenido de materia orgánica. Para los tabacos secados al sol y para el Burley, los suelos pueden ser más pesados, de tipo areno-arcillosos o arcillo-arenosos; siempre bien drenados, profundos, con moderadas cantidades de materia orgánica, y pueden ser de mayor fertilidad que los indicados para tabaco estufado. Para cigarros “puros” los suelos son los mismos que para tabaco secado al sol, pero requieren un mayor contenido de materia orgánica (Morera, 1926).

Un suelo fértil, con buena provisión de agua produce una hoja delgada, poco aromática. Estas condiciones se reúnen frecuentemente en suelos livianos, de tipo franco arenosos. Suelos arcillosos generalmente producen hojas gruesas, con mucha rocina y aroma (IICA, 1959)

3.3 Clima

El tabaco crece en gran variedad de climas y a diferentes alturas sobre el nivel del mar, pero se desarrolla mejor desde los 0 hasta los 800 m de altitud; con temperaturas altas promedio de 27 a 28°C. Dependiendo de la variedad, la planta requiere de 90 a 120 días para su completo desarrollo, aunque este periodo está influido por la altura y el calor.

La humedad relativa debe ser moderada, pues una humedad relativa alta favorece el desarrollo de enfermedades. Excesos de lluvia especialmente cuando el terreno tiene mal drenaje, son muy dañinos porque causan lesiones irreversibles en la planta, y fácilmente le producen la muerte si el agua queda encharcada unos pocos días (Morera, 1983).

3.4 Variedades

Se estima que, en la actualidad existen unos 100 productores de tabaco para puros sembrando las variedades Habano, Connecticut y Criollo. Estos productores están localizados en los Departamentos de Copán, El Paraíso y Olancho aunque la concentración

principal se encuentra en el Departamento de Copán (Pomareda et al 1997). La finca La Vega cuenta con dos variedades para la producción de tabaco ellas son: la variedad Habano criollo y la Connecticut. Estas variedades han sido escogidas por los técnicos que laboran en la finca ya que presentan características de adaptabilidad y resistencia lo cual han dado un alto grado de confianza para ellos al momento de cultivarlo. Estas variedades han surgido de cruzamientos de otras variedades por lo cual han sido seleccionadas por su alto rendimiento en la zona del valle.

3.5 Plagas en el tabaco

El tabaco, al igual que las demás especies de la familia solanáceas, es muy susceptible al ataque de insectos y plagas del suelo. El buen control de insectos y el uso adecuado de los agroquímicos, podría evitar tantos problemas y desequilibrios biológicos del ambiente que se presenta comúnmente. Por muchas de estas razones, no se recomiendan productos para el control de insectos, y los programas serán los que aconseje la Junta de Defensa del Tabaco conjuntamente con las compañías tabacaleras (Chaverri, 1995).

3.5.1 Plagas del follaje

- 1) Gusano cachudo (*Manduca sexta*)
- 2) Gusano medidor (*Trichoplusia sp*)
- 3) Trips (*Thrips tabaci*)
- 4) Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)
- 5) Gusanos cortadores
- 6) Babosas y caracoles

3.5.2 Enfermedades

- 1) Mildiu o moho azul (*Peronospora tabacina*)
- 2) Podredumbre de la raíz (*Thielavia basicola*)
- 3) Oídio (*Erysiphe cichoreacearum*)

3.6 Requerimientos nutricionales

El cultivo de tabaco requiere rangos adecuados para el N (3.5-6.5 5%), P (0.10-0.40%), K (1.7-3.2%), Ca (1.6-2.4%), Mg (0.6-0.85%), el Cu (10-24 ppm), Fe (100-430 ppm), Mn (26-198 ppm) y el Zn (17-45 ppm).

La aportación de estiércol puede traer graves inconvenientes al cultivo, pues favorece los ataques de moho azul y otras enfermedades criptogámicas y por el aporte de cloro, perjudicial para la combustión; el cloro proviene de los forrajes y sales minerales que se suministran al ganado en su dieta alimenticia. Para evitar este inconveniente es aconsejable incorporarlo al terreno en el invierno para aprovechar las lluvias y que laven el cloro; también debemos tener en cuenta que las tierras arenosas filtran mejor y por tanto eliminan mejor y más rápidamente el cloro (Fernández M. 1997).

3.7 Propiedades químicas del suelo

3.7.1 Macro-nutrientes del suelo

El nitrógeno es el elemento base para obtener una buena cosecha. La influencia directa del N sobre el metabolismo del tabaco se manifiesta por un incremento en nicotina, nitratos y amoníaco en los tejidos de las hojas. Por otro lado, un exceso en nitrógeno produce un embastecimiento de la hoja con tejidos más débiles y un color no deseable. Como consecuencia de un exceso en nitrógeno, se produce también un exceso de proteínas en la

hoja, manifestándose en una disminución del cociente azúcar/proteína en la hoja. Una deficiencia de nitrógeno produce en la planta un rendimiento bajo en la producción, y un crecimiento anormal en la planta, con poco desarrollo de las hojas y de los tallos.

Los fertilizantes nitrogenados más utilizados para el cultivo de tabaco son los nitratos, las sales amoniacales, la urea y los amonitratos; no deben usarse los que contienen cloro, como el cloruro amónico. El nitrógeno de los nitratos se aprovecha rápidamente por las plantas, por lo que se deben aplicar en el momento en que se deben beneficiar a la planta su crecimiento (trasplante o después), pues si se aplica antes del trasplante se corre el riesgo de que se pierda lavado por las aguas (Fernández M. 1997).

El nitrógeno en forma amoniacal, como el sulfato amónico y la urea, se aprovecha lentamente al ser retenido por el complejo absorbente de las tierras. La transformación de nitrógeno amoniacal en nítrico (nitrificación) se hace más rápida en los suelos. La aplicación de compuestos nitrogenados se debe suministrar en dosis no muy elevadas puesto que la planta de esta manera lo aprovecha mejor. También hay que tener cuidado en equilibrar a los fertilizantes nitrogenados con los fosforados y los potásicos, guardando un equilibrio, como, por ejemplo, Nitrógeno (1); Fosforo (1.5); Potasio (2.5). En suelos ácidos se debe utilizar Nitrato Amónico Cálcico en vez de Sulfato Amónico (Fernández M. 1997).

El fosforo acelera el proceso de maduración de las hojas. Para los tabacos de cigarrillos que precisan una proporción elevada de azúcares en sus tejidos, es conveniente acelerar su maduración con aporte de fosforo. En cambio para tabacos destinados a la confección de cigarros puros, estos abonos se pueden aportar con discreción. Los síntomas de deficiencia de fosforo aparecen cuando el nivel de P_2O_5 en materia seca en las hojas es inferior al 0.3%, volviéndose las hojas de un color verde oscuro a un verde azulado, ya que aumenta la proporción de clorofila, lo que perjudica especialmente a los tabacos claros tipo Burley.

Entre los abonos fosfóricos tenemos los superfosfatos, que son la mejor fuente de fosforo. Estos abonos deben ser aportados con las labores preparatorias anteriores al trasplante. Los

superfosfatos aumentan la acidez del suelo en el periodo inmediato que sigue la aportación; y las escorias por el contrario dan reacción básica, por lo que se utilizan en suelos ácidos. El potasio es un elemento muy importante para la calidad del tabaco.

Las sales potásicas de los ácidos orgánicos que se encuentran en las hojas liberan este elemento con gran facilidad al arder. Contribuye a mantener el equilibrio acido/base en los tejidos de las plantas. Se ha considerado que hay una deficiencia de potasio cuando en la materia seca de la hoja se encuentra K_2O por debajo del 2%. El potasio en dosis superiores a las normales, puede resultar beneficioso al tabaco más que perjudicial. El potasio debe aportarse con labores preparatorias del trasplante, pocos días antes de este (Fernández M. 1997).

3.7.2 Micro-nutrientes del suelo

El tabaco es una planta de crecimiento rápido y la absorción de nutrientes, en correspondencia, sigue la misma disposición. Por esta razón el tabaco exige la presencia de adecuadas disponibilidades de nutrientes en forma asimilable durante todo el período vegetativo; pero, sobre todo, desde las primeras semanas después del trasplante. Sólo una nutrición balanceada puede conducir a la obtención de una cosecha elevada de hojas de alta calidad (Rapper *et al.* 1977).

La presencia de un elemento cualquiera en los tejidos de la hoja no es, necesariamente, una demostración de su carácter de elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de la planta de tabaco. A la luz de los conocimientos actuales, apenas una docena y media de elementos químicos pueden ser considerados nutrientes esenciales para el tabaco (Llanos, 1983). Entre estos el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio, el magnesio y en menor grado el azufre, acaparan el mayor volumen de información (Tso 1990).

El nitrógeno (N) es el nutriente clave en la fertilización del cultivo del tabaco, pues esto incide tanto en la obtención de altos rendimientos como en su calidad. Esto está

relacionado no sólo con la fuente a utilizar sino también con las dosis, el fraccionamiento, la humedad del suelo y el momento óptimo de recolección (Layten y Nielsen 1999; Kerekes 2002; Monzón 2003).

3.8 Propiedades físicas del suelo

3.8.1 Estructura del suelo

La estructura primaria en su estado natural, es la disposición y estado de agregación de los granos, lo que depende del ambiente de meteorización en los suelos residuales, o del ambiente de deposición en los suelos transportados. Esta es la fábrica textural que hereda el suelo. Otras discontinuidades en la masa, por ejemplo, pliegues y fracturas, por tectonismo, vulcanismo, etc., o las que marcan ciclos de actividad geológica (planos de estratificación, disolución, alteración, etc.), son la estructura secundaria y constituyen aspectos estructurales a mayor escala; esta es la fábrica estructural que hereda el suelo (Duque, 2002).

En el proceso de sedimentación, las partículas sólidas están sometidas a fuerzas mecánicas y eléctricas. Las primeras afectan todas las partículas (ambientes turbulentos, gravedad, etc.) y las segundas a las partículas finas (atracción, repulsión y enlaces iónicos, en medios acuosos). Cuando dominan fuerzas de atracción eléctrica, se produce floculación y cuando dominan las de repulsión, y las partículas se separan, dispersión. La temperatura y concentración iónica influyen en la incidencia del medio acuoso de la sedimentación (Duque 2002).

3.8.2 Color

El color del suelo refleja la composición así como las condiciones pasadas y presentes de óxido-reducción del suelo. Esta determinado generalmente por el revestimiento de partículas muy finas de materia orgánica humificada, óxidos de hierro, óxidos de

manganeso y otros, o puede ser debido al color de la roca parental. Cuando sea posible el color del suelo se debe determinar bajo condiciones uniformes. Ya que el color del suelo es importante con respecto a muchas propiedades del suelo, incluidos los contenidos de materia orgánica, el “tamiz” o revestimiento y el estado de oxidación y reducción (FAO, 2009).

3.8.3 Consistencia

La consistencia es uno de los parámetros que pueden medirse en los horizontes del perfil del suelo, aunque su interrelación con la textura y la estructura de cada horizonte, nos obligan a tener un amplio conocimiento de los conceptos básicos de la ciencia del suelo. La consistencia es el grado y el tipo de cohesión y adhesión entre las partículas del suelo, así como la resistencia del suelo a la deformación o ruptura después de aplicarle una cierta presión. Varía según el estado de humedad del suelo, por lo que interesa determinarla en seco, húmedo y mojado (Porta *et al* 2003).

3.8.4 Velocidad de infiltración

La cantidad de agua presente en el suelo que está disponible para la producción de cultivos dependerá de cuánta agua de lluvia permanece en el suelo después de las pérdidas por escorrentía, evaporación y drenaje profundo. La cantidad de lluvia que llega a las capas subterráneas y que contribuye de esa manera a la seguridad hídrica, dependerá de la medida en que la cantidad de agua de lluvia que se infiltra en el suelo sea excesiva para reabastecer la capacidad de retención de agua y satisfacer las necesidades de transpiración de los cultivos. El buen manejo del agua de lluvia está dirigido a maximizar la cantidad de agua que penetra al suelo y el mejor uso que es posible hacer es por medio de los cultivos y la recarga de las aguas subterráneas. Cualquier escorrentía inevitable es conducida en forma segura de modo que no cause problemas erosivos (FAO, 2005).

Cuando un suelo bien drenado está saturado hasta el límite de su zona radical, el agua de lluvia que no drena fuera de esa zona en un plazo de 48 horas será retenida en los poros del suelos menores de 0,05 mm de diámetro (el tamaño crítico de los poros puede variar entre 0,03 y 0,1 mm de diámetro). La cantidad de agua retenida después de 48 horas corresponde a la capacidad de campo del suelo. Las fuerzas (o succiones) con las cuales esta agua es retenida variará de acuerdo al tamaño de los poros. Los poros más grandes retienen agua a una tensión de cerca de un décimo a un tercio de la presión atmosférica, dependiendo de qué succión corresponde a la capacidad de campo del suelo; esto varía con el tipo de suelo y la profundidad de la capa freática (FAO, 2005).

3.8.5 Densidad aparente

La densidad de volumen o densidad aparente se define como el peso seco del suelo por unidad de volumen de suelo inalterado, tal cual se encuentra en su emplazamiento natural, incluyendo el espacio poroso (Pinot, 2000). La densidad aparente puede ser incluida dentro de un grupo reducido de parámetros cuya medida es necesaria para evaluar la calidad de un suelo, como indicador de la estructura, la resistencia mecánica al enraizamiento y la cohesión del mismo (Doran y Parkin, 1994).

Los valores bajos de densidad aparente son propios de suelos porosos, bien aireados, con buen drenaje y buena penetración de raíces, lo que permite un buen desarrollo de la raíces. Los valores altos de densidad aparente son propios de suelos compactos y poco porosos, con aireación deficiente e infiltración lenta de agua, lo cual puede provocar anegamiento, anoxia y que las raíces tengan dificultades para elongarse y penetrar hasta alcanzar el agua y los nutrientes necesarios. En estas condiciones, el desarrollo de las plantas es impedido o retardado consistentemente (Donoso, 1992).

IV METODOLOGIA

4.1 Descripción del sitio de estudio

La investigación se realizó en la finca de tabaco La Vega localizada en la comunidad de Quebrada Larga, Valle de Jamastrán que pertenece a la fábrica de tabacos Plasencia Tabacco, ubicada en la ciudad de Danlí, departamento de El Paraíso (Figura 1).

Este valle en relación al mar se encuentra a una altura que oscila entre 500 y 600 msnm. La temperatura promedio de esta zona es de 24.4 C° a 25.8 C°. La precipitación pluvial se presenta en dos periodos, empezando la época lluviosa en el mes de mayo, y termina en el mes de noviembre con un promedio de 119 mm, correspondiendo a la época seca los meses restantes con un promedio de 12.5 mm, y cuenta con una precipitación anual de 1000 mm al año.

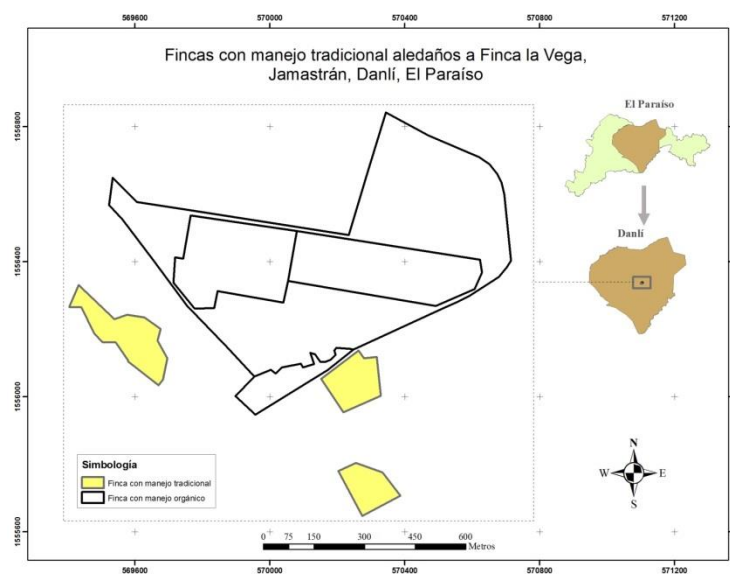


Figura 1 Mapa de ubicación de la Finca La Vega.

4.2 Materiales y equipo

Para la recolección de las muestras se usaron bolsas plásticas, pala, machete, barra, marcadores, regla, cámara fotográfica, ente otros. Se utilizó el equipo de laboratorio de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano: pipetas volumétricas, tubos de ensayo, papel parafina, probeta, bicker y balanza para realizar los respectivos análisis de suelos de cada muestra tomada de cada uno de los puntos seleccionados para muestreo.

4.3 Diseño experimental

Se utilizó una comparación de medias para dos muestras independientes. Para evaluar el efecto de una muestra, se comparara un grupo de tres muestras con manejo orgánico con el grupo de tres muestras con manejo tradicional.

$$\delta_p = \sqrt{\frac{((n_1 - 1)\delta_1^2 + (n_2 - 1)\delta_2^2)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$t = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - d_o}{\delta_p \sqrt{\left(\left(\frac{1}{n_2}\right) + \left(\frac{1}{n_1}\right)\right)}}$$

$$gl = n_1 + n_2 - 2$$

gl-----Grados de libertad

$\bar{x}_1, \bar{x}_2$ -----Medias de la muestra 1 y 2

δ_1^2, δ_2^2 -----Varianzas de la muestra 1 y 2

n_1, n_2 -----Tamaño de la muestra 1 y 2

4.4 Manejo orgánico de la finca La Vega

La finca La Vega hace aplicaciones de abono orgánico para la fertilización de los suelos. Dicho abono es aplicado entre 30 y 40 días antes de la siembra, el cual consiste en harina de maní. Con este abono se permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes. En la preparación del semillero se utiliza aserrín, arena, estiércol de vaca, 15-12-17 y tierra que en conjunto hacen el sustrato utilizado para el semillero.

Estos ingredientes son colocados en capas hasta obtener una cierta cantidad que luego es cubierto con un nailon y que se deja tres meses en descomposición. Se siembra frijol de abono como barbecho en el periodo en que no se siembra el tabaco esto para aumentar el contenido de materia orgánica y así la fijación de algunos nutrientes.

4.5 Plan de fertilización de la finca La Vega

El plan de fertilización de la finca La Vega consiste en la suministración de tapado, en este caso la harina de maní, con 2000 lb/mz 30 a 40 días antes de la siembra. Se hace una aplicación de 15-12-17-3-3 350 lb/mz el día de la siembra y 650 lb/mz a los 10 días. Se hace una aplicación de 23-95-00-22 a los 21 días después de la siembra 400 lb/mz. Y se finaliza con una aplicación a los 28 días con 15-12-17-3-3 300 lbs/mz Se podrán hacer aplicaciones de más fertilizaciones de acuerdo a las necesidades que presente el cultivo.

4.6 Descripción del método

Para la realización del análisis de las características físicas y químicas, el trabajo se dividió dos fases: muestreo del suelo en campo y análisis físico y químico en laboratorio.

4.6.1 Muestreo del suelo en campo

4.6.2 Área muestreada

Antes de hacer el muestreo del suelo, se hizo un recorrido del área que será cultivada, con el propósito de identificar los tres lotes que presenten características homogéneas. Para esto se elaboró un croquis o mapa de los lotes que se muestrearon, en el que se indicaron los lotes donde se tomaron las muestras.

También se hizo un reconocimiento de los terrenos que están aledaños a la finca La Vega de donde se tomaron tres muestras más de puntos diferentes y que presentaron características diferentes a los suelos de la finca La Vega. Los lotes muestreados en la finca la vega contaban con cultivos como maíz para silo y frijol de abono como cobertura.

En cada uno de los lotes identificados, se obtuvo una muestra que represento el suelo de cada lote, con el análisis en el laboratorio se obtuvieron recomendaciones de fertilización para cada lote identificado. Las visitas a los puntos del muestreo se hicieron con la ayuda de los empleados de la finca, que brindaron su apoyo al momento de la recolección de dichas muestras. Las muestras de suelo fueron llevadas al laboratorio de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, donde posteriormente fueron analizadas.

4.6.3 Manejo adecuado de la muestra

Para un manejo adecuado de las muestras de suelo y evitar contaminación de la misma no se manipularon otros productos (fertilizantes, y otros productos químicos) para que estos no alteraran los resultados obtenidos. No se tomaron muestras cerca de caminos, linderos, viviendas, establos, estiércol, en lugares donde se almacenan productos químicos ni en lugares donde hubo quemadas anteriormente. Se hizo una desinfección de las manos antes de tomar las muestras, se utilizaron bolsas limpias libre de cualquier tipo de contaminante donde se haya empacado productos químicos. No se tomaron muestras de un solo sitio.

4.6.4 Numero de muestras

En cada lote seleccionado se tomaron 20 sub-muestras en forma de zig-zag. Fue importante quitar y limpiar la maleza de la superficie del punto donde fue tomada cada sub-muestra. Cada una de las sub-muestras se coló para eliminar piedras, raíces y basura y se fueron depositando en un balde plástico. Después que se obtuvo las 20 sub-muestras en cada lote, se mezcló bien el suelo colectado hasta homogenizarlo y de esta mezcla se obtuvo la **muestra compuesta** que fue representativa de todo el lote, con un peso de 1 kg, la muestra se embolsó e identificó adecuadamente y fue enviada al laboratorio.

4.6.5 Profundidad del muestreo

Para la toma de cada sub-muestra se utilizó una pala y se hizo un hueco en forma de “V” y se tomó una rodaja de suelo de media pulgada de ancho. La profundidad del muestreo se hizo en el área de acción de las raíces en los primeros 20 cm de la superficie del suelo.

4.6.6 Análisis físico y químico

Esta parte del trabajo consistió en los análisis respectivos de cada una de las muestras en el laboratorio de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. En la determinación de las propiedades físicas, los muestreos se hicieron en el centro de cada lote. La práctica de determinación de las propiedades físicas algunas de ellas fueron determinadas al momento de sacar la muestra y las otras se determinaron en el laboratorio de la Universidad Nacional de Agricultura. En el análisis químico cada muestra se ordenó y clasificó de acuerdo a la información respectiva. Luego se registró de acuerdo al procedimiento ya establecido por el laboratorio de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

4.7 Variables químicas evaluadas por cada muestra

4.7.1 Determinación de pH

Las muestras de suelo se midieron en una suspensión suelo-agua utilizando una relación 1-1 con un potenciómetro. Se pesaron 20 g de suelo y se le agregó 20 ml de agua destilada, se dejó reposar por 30 minutos moviendo la solución con una varilla de vidrio ocasionalmente, luego se tomó la lectura en el Potenciómetro.

El pH del suelo se determinó colocando una suspensión de suelo y agua destilada en contacto con un electrodo de vidrio el cual es sensible a la concentración de iones hidrógenos.

Parte del circuito del medidor de pH lo constituye un electrodo de referencia (calomel) y un potenciómetro. El potenciómetro es un sistema que balancea la corriente eléctrica producida por los electrodos y que al amplificarla se puede registrar en un indicador que se lee en unidades de pH (Figuerola, 1999).

4.7.2 Determinación de materia orgánica

Se tomaron 0.5 g de cada muestra y se le agregó 10 ml de dicromato de potasio, luego en la cámara extractora se le agregó 20 ml de ácido sulfúrico y se dejó por 20 minutos para que reaccionara. Después se le agregaron 200 ml de agua destilada únicamente para darle volumen a la muestra, luego se le agregó 2 ml de ácido sulfúrico. Se agregó 20 ml de indicador ferroin lo que le dio color a la muestra. Se cuantificó por medio de una titulación con el sulfato ferroso de amonio, y por último se tituló la muestra.

El análisis de materia orgánica se determinó por el método de Walkley y Black que fue utilizado en esta práctica, se fundamenta en lograr la oxidación de la materia orgánica mediante el uso de Dicromato de Potasio, reacción exotérmica que es catalizada con Ácido

Sulfúrico concentrado; al conocer, por medio de su titulación, la cantidad de Dicromato que no reaccionó, se logró determinar indirectamente el % de Carbono Orgánico presente. Este valor se multiplicó por un factor empírico de 1.72 con el objetivo de conocer el % de materia orgánica (Henríquez et al. 1995).

4.7.3 Determinación de fósforo por Colorimetría

Se tomaron 5 ml de Mehlich 3 y se le agregó agua destilada y por último se agregó reactivo B. El fósforo se determinó colorimétricamente midiendo la cantidad de luz absorbida por la muestra cuando un haz de luz (de una longitud de onda de 660 nanómetros) pasa a través de ella. Para ello se necesitó que los fosfatos formaran un complejo coloreado llamado “azul de molibdeno”, dicho complejo se formó entre el fósforo y un agente complejante (Ácido Sulfomolibdico), bajo las condiciones reducidas que provee el Cloruro Estañoso.

La intensidad del color está directamente relacionada con la cantidad de fósforo en la solución; un factor importante es que la estabilidad del azul de molibdeno es limitada, por lo que las lecturas fueron realizadas en los primeros 60 minutos luego “generado” el color azul (Henríquez et al. 1995).

El fósforo se determinó con la solución extractora Mehlich 3, que es una solución de tipo Amoniacal, compuesta por 0.2 M de Ácido Acético CH_3COOH , 0.25 M de Nitrato de Amonio, NH_4NO_3 , adicionada de Fluoruro de Amonio, 0.015 M NH_4F , 0.013 M HNO_3 y Agente Quelante EDTA, 0.001 M EDTA a un pH de 2.5. Su habilidad para extraer fósforo se destaca en suelos muy pobres por su contenido de Fluoruro de Amonio (Wang et al., 2004).

4.7.4 Determinación de K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn por Absorción Atómica

Para la determinación del K se tomó 1 ml del extracto Mehlich 3 y se le agregaron 19 ml de estroncio al 1% luego se agitó en tubos de ensayo. Para el Ca y Mg se tomó 1 ml de la

muestra del potasio y luego se le agrego 9 ml de lantano al 1%. Para el Cu y Zn se tomó extracto de la muestra anterior y se pasó al tubo donde se leyó directamente. Del mismo extracto ya hecho se le agregaron 9 ml de Mehlich 3 para el Mn y Fe. Tanto Ca y Mg, como K y los elementos menores como Cu, Fe, Mn y Zn, fueron determinados por absorción atómica; este método de determinación se fundamenta en medir la cantidad de energía que es absorbida y posteriormente liberada por un átomo, cuando sus electrones periféricos son excitados y vuelven a su nivel energético normal.

Esta energía absorbida, es medida y comparada con un haz de referencia producido por una lámpara, la cual es específica para el elemento que se está leyendo. Cada elemento tiene un “pico” de longitud de onda donde es determinado óptimamente, y en todos los casos. El instrumento fue calibrado con una curva patrón específico para el elemento (Henríquez et al. 1995).

Los elementos mayores como el Ca, Mg y K y menores como Cu, Fe, Mn y Zn se determinaron con la solución extractora Mehlich 3, que es una solución de tipo Amoniacal, compuesta por 0.2 M de Ácido Acético CH₃COOH, 0.25 M de Nitrato de Amonio, NH₄NO₃, adicionada de Floruro de Amonio, 0.015 M NH₄F, 0.013 M HNO₃ y Agente Quelante EDTA, 0.001 M EDTA a un pH de 2.5 (Wang *et al.*, 2004).

4.7.5 Determinación de nitrógeno total

En la determinación del porcentaje de nitrógeno total se hicieron cálculos en el laboratorio de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. El resultado que se obtuvo de la materia orgánica (M.O) se multiplicó por 5% y ese resultado se aproximó al nitrógeno total.

$$\% M.O = \frac{(ml \text{ dicromato de K} * N) - (ml \text{ sulfato de amonio} * N) * 0.672}{g}$$

4.8 Variables físicas a evaluadas por cada muestra

4.8.1 Densidad aparente

Para la determinación de la densidad aparente se tomaron las muestras de cada lote con un cilindro donde sus dimensiones son: 14.9 cm de altura y un diámetro de 4.4 cm. Se llevaron las muestras al laboratorio de la UNA donde primero se tomó el peso inicial o peso húmedo, se metieron al horno a 105 °C por 24 hrs, luego transcurrido ese tiempo se sacaron las muestras y se tomó el peso final o peso seco, ya obtenidos los datos se hicieron los cálculos para obtener la D_a .

La densidad aparente (D_a) es la razón de la masa de suelo seco al volumen de dicho suelo en su estado natural, es decir, considerando el volumen que ocupan las partículas sólidas y los poros. Se recolectaron las muestras de cada lote, posteriormente fueron trasladadas al laboratorio de la Universidad Nacional de Agricultura donde se realizaron los respectivos cálculos.

4.8.2 Determinación de la estructura del suelo

Para la determinación de la estructura del suelo se tomó una porción de suelo, se procuró mantener la forma original hasta que se procedió a manipularlo. Se presionó ligeramente poco a poco hasta que se logró romper, de tal manera que quedó al descubierto la forma original de los agregados. Cuando el suelo quedó cedido, se procedió a identificar la estructura del suelo a través de: la forma que tomó, el tamaño la forma obtenida y la dureza (Trejo et al 1999) (Figura 7).

4.8.3 Determinación del color de los suelos

Medición del color en suelo seco al aire

Se tomó una muestra de suelo de 5 cm. Se determinó el color del suelo utilizando directamente la tabla Musell. Se anotó el color en la hoja de resultados.

Medición del color en suelo húmedo

Muestra seca: se usó la muestra anterior. Para obtener la humedad recomendada agregamos agua gota a gota. Luego se dejó que la película de humedad desapareciera de la superficie de la muestra. De inmediato se procedió a comparar el color en la tabla Musell. Se anotó el color en la hoja de resultados

Muestra húmeda: Se tomó una muestra de suelo de 5 cm. Se determinó el color del suelo utilizando directamente la tabla Musell. Se anotó el color en la hoja de resultados.

4.8.4 Determinación de la consistencia del suelo

Medición de la consistencia en suelo seco al aire.

Se tomó un terrón del suelo seco y se rompió manualmente. Por este medio se midió la dureza del suelo. En la hoja de resultados se anotó las condiciones que se cumple a continuación (Trejo et al 1999) (Tabla 1).

Blando	El terrón es débil, se rompe fácilmente y se desmenuza en polvo o gránulos
Ligeramente duro	El terrón es débilmente resistente a la presión y fácilmente quebradizo entre los dedos pulgar e índice.
Duro a muy duro	El terrón es muy resistente a la presión, puede ser quebrado con las manos con dificultad, pero no podrá ser quebrado con la presión de los dedos índice y pulgar

Tabla 1 Determinación de la consistencia en suelo seco.

Medición de la consistencia en suelo húmedo

Muestra seca: Para lograr la humedad recomendada se agregó agua gota a gota. Se dejó que la película de humedad desapareciera de la superficie de la muestra y luego se procedió a determinar la consistencia. Se tomó un terrón del suelo húmedo y se rompió manualmente. Se anotó en la hoja de resultados las condiciones que se cumplen a continuación (Tabla 2).

Friable	El terrón se desmenuza fácilmente bajo una ligera presión de los dedos pulgar e índice
Firme	El terrón se desmenuza bajo moderada presión entre los dedos; débilmente resistente a la presión y fácilmente quebradiza entre los dedos pulgar e índice, pero se distingue claramente su resistencia.
Muy firme	El terrón es muy resistente a la presión, se desmenuza con dificultad

Tabla 2 Determinación de la consistencia en suelo húmedo.

Muestra húmeda: se hizo lo mismo del caso anterior donde se tomó el terrón de suelo húmedo y se trató de romper manualmente luego se anotaron los resultados.

Medición de la consistencia en suelo mojado

Para lograr la humedad recomendada, se agregó agua gota a gota sobre la muestra con la cual se ha habido trabajado, luego se procedió a medir la consistencia. Se tomó el terrón del suelo mojado y se frotó entre los dedos pulgar e índice de manera repetida. Con esto se midió dos parámetros conocidos como adherencia y plasticidad de los suelos. Se anotó en la hoja de resultados las condiciones que se cumplen a continuación (Tabla 3).

No adherente	El suelo no se adhiere a los dedos pulgar e índice.
Adherente	El suelo al manipularlo se adhiere entre los dedos.
Muy adherente	el suelo al manipularlo se pega con facilidad a los dedos.
No plástico	El suelo no toma forma cuando se manipula.
Plástico	El suelo forma un cordón que se rompe al presionarlo moderadamente entre los dedos.
Muy plástico	Se forma el cordón y requiere de mucha presión para deformar la masa de suelo al manipularlo

Tabla 3 Determinación de la consistencia en suelo mojado.

4.8.5 Determinación de la velocidad de infiltración de agua en el suelo

Para determinar la velocidad de infiltración se hizo uso de un cilindro de PVC. Se Graduó un extremo del cilindro con una marca a los 5 cm usando la regla graduada. Se introdujo el cilindro en el suelo hasta 5 cm. Se colocó una tabla de madera sobre el cilindro, luego con la ayuda del martillo se clavó verticalmente el cilindro hasta la marca de 5 cm, quedaron 10 cm del cilindro fuera del suelo. Seguidamente se fijó la regla graduada dentro del cilindro.

Por último se adicionó agua al cilindro para tomar la medida de altura del agua en la regla graduada al dejar de adicionar agua (tiempo cero). A partir de ese momento se midió la altura del agua cada 15 segundos durante 3 minutos y los registramos en la hoja de datos (Trejo et al 1999) (Tabla 4)

- Muy lenta	> 0.5 cm
+ Lenta	0.5-1 cm
++ Rápida	1-2 cm
+++ Muy rápida	> 2 cm

Tabla 4 Rangos para la velocidad de infiltración.

V RESULTADOS Y DISCUSION

En el Valle de Jamastrán, se muestreó la Finca Tabacalera La Vega con manejo orgánico y algunos terrenos aledaños con manejo tradicional con el fin de comparar la disposición de elementos nutricionales y algunas propiedades físicas en ambos manejos.

El trabajo se realizó en dos etapas, en la primera etapa se obtuvieron datos del muestreo del suelo en campo tales como: estructura, color, consistencia y velocidad de infiltración de agua.

En la segunda fase que fue la del análisis físico y químico en laboratorio se realizaron los respectivos análisis de pH, materia orgánica, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, nitrógeno total y densidad aparente.

Tabla 5 Resultados de análisis químicos de suelos de los lotes de la finca La Vega y los lotes aledaños, realizados en el Laboratorio de El Zamorano.

Variables	Descripción	Lote Manejo Tradicional					Promedio	Lote Manejo Orgánico					Promedio	Diferencia estadística t Student ($\alpha=5\%$)
		13-S-3278	13-S-3279	13-S-3280				13-S-3281	13-S-3282	13-S-3283				
		Lote T1	Lote T2	Lote T3				Lote O1	Lote O2	Lote O3				
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3				Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6				
pH (H ₂ O)		6.02	5.67	6.37			6.02	5.17	5.07	6.17			5.5	NS
M.O.	%	3.51	3.59	3.26			3.5	1.76	1.69	2.15			1.9	*
N total	%	0.18	0.18	0.16			0.2	0.09	0.08	0.11			0.1	*
P	mg/Kg (extractable)	59	22	58			46.3	204	113	370			229	NS
K	mg/Kg (extractable)	436	288	470			398	504	442	768			571.3	NS
Ca	mg/Kg (extractable)	1420	2700	1600			1906.7	780	660	2180			1206.7	NS
Mg	mg/Kg (extractable)	220	540	240			333.3	180	200	280			220	NS
Cu	mg/Kg (extractable)	3	6.2	4			4.4	2.9	3.3	5.4			3.9	NS
Fe	mg/Kg (extractable)	268	258	256			260.7	554	486	454			498	*
Mn	mg/Kg (extractable)	191	136	302			209.7	133	149	256			179.3	NS
Zn	mg/Kg (extractable)	37	5.8	7.9			16.9	9.5	15	14			12.8	NS

Fuente: Laboratorio Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

5.1 Propiedades químicas del suelo evaluadas

5.1.1 pH

En la Figura 2 los resultados obtenidos muestran que los suelos en su gran mayoría son fuertemente ácidos en base a los rangos de interpretación del pH. En la Finca la Vega los suelos presentan valores que en promedio es de pH 5.5 que son fuertemente ácidos, pero a pesar del grado de acidez, estos suelos se encuentran dentro de los rangos en los que se adapta el cultivo de tabaco, el cual se adecua a condiciones de acidez baja. En los terrenos aledaños a la finca los suelos presentan niveles de pH 6.02 que son ligeramente ácidos, considerado óptimo para el cultivo de tabaco.

La acidez de los lotes de la finca La Vega en comparación con los lotes aledaños podría ser por las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados que inducen a la acidez o por la harina de maní ya que este material es orgánico y libera hidrógeno y esto puede provocar una baja en el grado de acidez de estos lotes en comparación a los lotes aledaños. Probablemente en un futuro si no se maneja bien los rangos de pH van a ir disminuyendo y en un determinado momento va ser conveniente hacer aplicación de enmiendas calcáreas para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

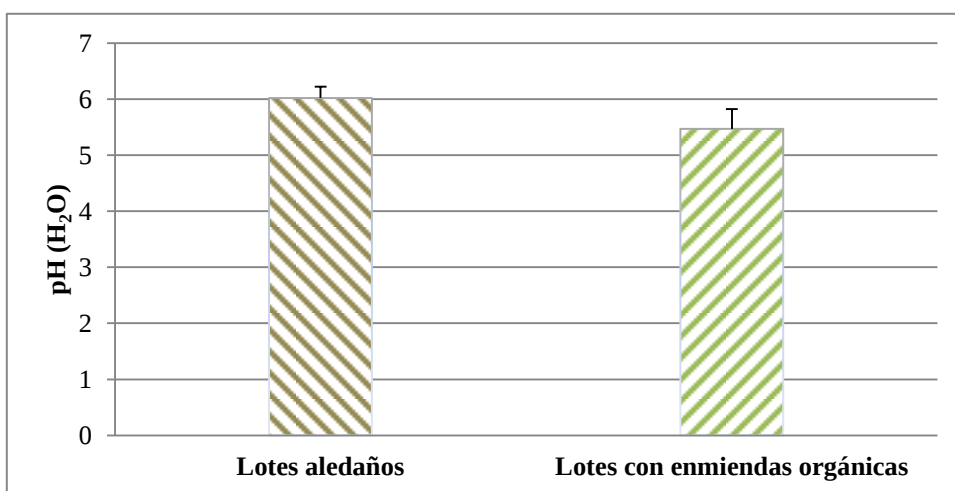


Figura 2. Niveles de pH en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.2 Niveles de materia orgánica

En la (Figura 3) los resultados obtenidos muestran que los suelos de la finca La Vega presentan niveles muy bajos de materia orgánica según los requerimientos del cultivo de tabaco (3%). La aportación de abonos orgánicos como la harina de maní y periodo de barbecho con leguminosas como el frijol de abono no suplementan los niveles de materia orgánica requeridos por el tabaco. En los terrenos aldeaños presentan un porcentaje óptimo de M.O. Estos niveles bajos en los lotes de la finca La Vega indican que la aportación de estos abonos orgánicos no complementa los requerimientos del cultivo, por lo tanto se deben incorporar en mayor cantidad estos abonos o hacer uso de otros tipos de materiales orgánicos que aumenten los niveles de M.O.

La relación C/N es condicionante de esta variable y nos resultó que la materia orgánica en estos suelos se encuentra en un término medio de descomposición es decir no es difícil de descomponer ni muy fácil, a lo que van otras variables como ser pH, Humedad y Temperatura, lo cual hace que la materia orgánica se descomponga con mayor lentitud o mayor rapidez.

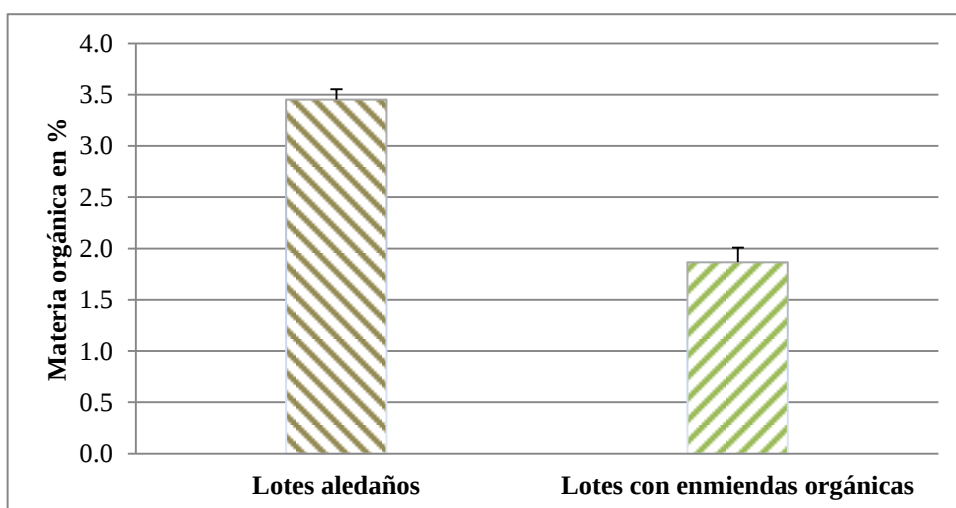


Figura 3. Niveles de materia orgánica en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.3 Nitrógeno total

En la (Figura 4) se muestran los resultados de los suelos tanto de la finca La Vega como en los terrenos aledaños, en ambos lotes los niveles de N son bajos según la tabla de interpretación del N. Este elemento es muy importante para el desarrollo adecuado del cultivo de tabaco, ya que lo demanda en grandes cantidades. Si comparamos ambos resultados los lotes con enmiendas orgánicas están a niveles muy bajos en comparación a los lotes aledaños, esto puede deberse a la baja disponibilidad de restos orgánicos en descomposición, también a que este elemento es demandado en mayor cantidad y los aportes no son las adecuadas.

La forma de aumentar los niveles bajos de nitrógeno es haciendo uso de plantas leguminosas como el *Dolichos pruriens*, la *Mucuna pruriens*, etc. que tienen una gran biomasa y esto enriquece el suelo. Ya que a medida que aumenten los niveles de materia orgánica en descomposición se aumenta el contenido de N en el suelo, lo que viene a ser beneficioso para el cultivo al poner a la disposición más de este elemento.

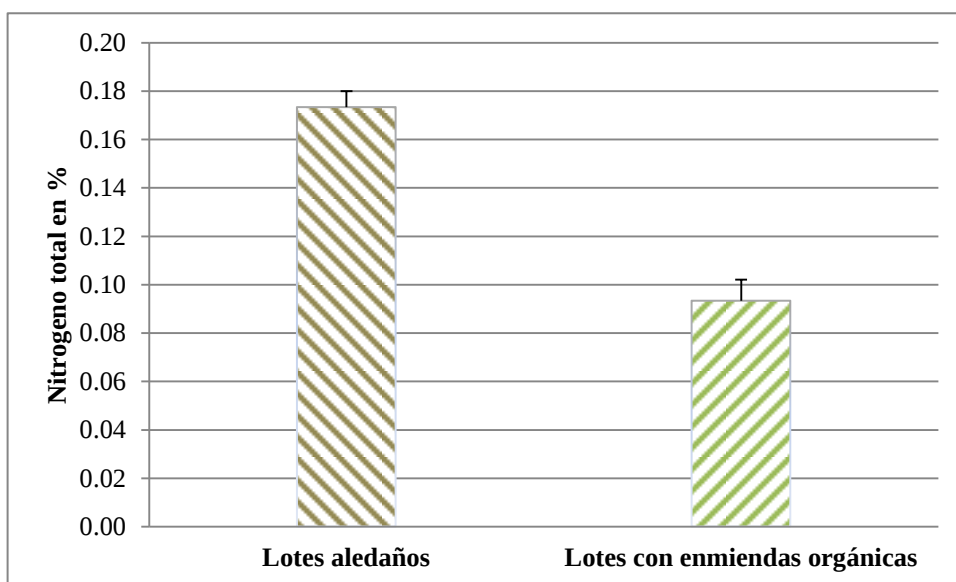


Figura 4. Nitrógeno total en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.4 Niveles de fosforo

En la (Figura 5) los suelos de la finca La Vega muestran niveles de P muy altos, esto podría deberse a la aportación que hacen por las aplicaciones de este fertilizante fosforado para el cultivo de tabaco, el cual lo hacen en base al programa de fertilización. Los altos contenidos de fosforo no perjudican a la planta directamente, en cambio puede ser un factor favorable para la asimilación de nitrógeno porque el fosforo hace un sinergismo con el nitrógeno, pero existe un antagonismo con el potasio en suelos ricos en Mg, también con el Zn, Fe y Cu.

También podría ser por los residuos fosfóricos del material de origen que contienen estos lotes, el P al ser un material muy estable en el suelo quedan residuos de la cosecha anterior. En los lotes aledaños a la finca los niveles de fosforo son bajos, datos contrarios a los que se encontraron en los lotes de la finca La Vega. Basado en análisis de suelos y en la extracción de nutrientes del cultivo, podemos decir que no necesita aplicaciones fosfóricas ya que presentan niveles muy altos y con esta medida podrían disminuir los costos de producción.

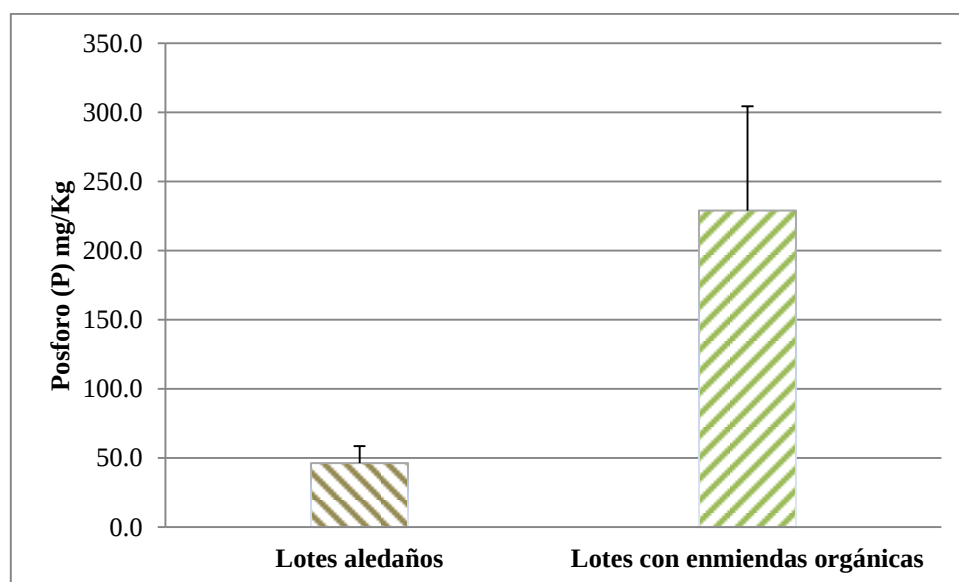


Figura 5. Niveles de fosforo en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.5 Niveles de potasio

En la (Figura 6) los niveles de potasio tanto de la finca La Vega como la de los terrenos aledaños son muy altos, esto podría ser por el uso que se le da después de la cosecha, por los residuos sobrantes de los fertilizantes aplicados o por el material de origen, para ello se deben hacer estudios, y se debería monitorear las dosis de fertilizante que se aplican ya que en estos lotes las cantidades de potasio son muy altas y esto podría causar antagonismo con el Ca, B y el Fe.

El potasio es considerado segundo después del nitrógeno, cuando se trata de nutrientes que la planta necesita y es considerado como el nutriente de calidad, ya que los niveles bajos de potasio afectan la forma, tamaño, color y sabor de la planta.

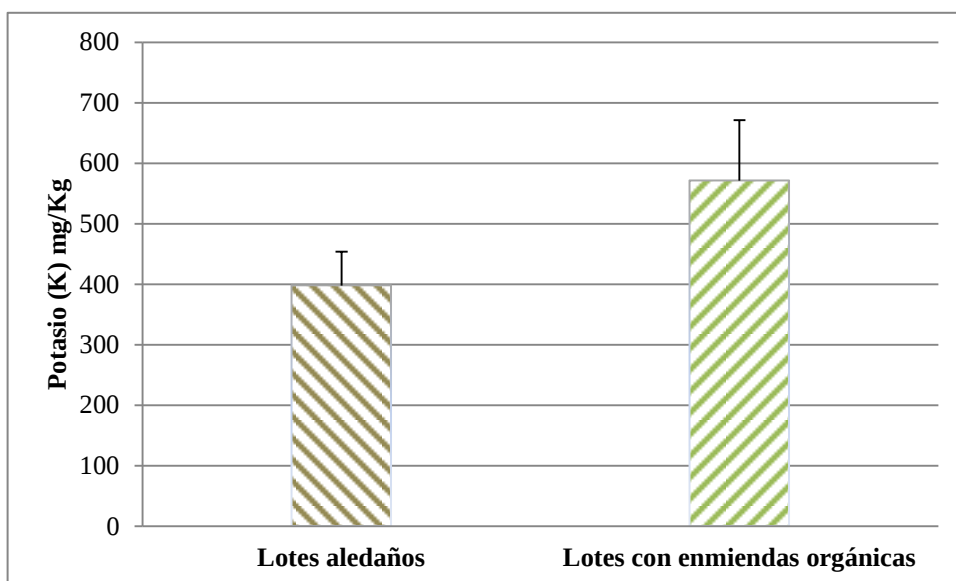


Figura 6. Niveles de potasio en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.6 Niveles de calcio

Los resultados en la (Figura 7) muestran que los suelos de la finca La Vega son suelos que se encuentran en niveles muy bajos de Ca, estos bajos niveles puede ser debido a que las concentraciones de calcio tienden a disminuir por la extracción del cultivo de tabaco al momento de la cosecha que año con año disminuye su disponibilidad, principalmente si no hay una aplicación calcárea en los lotes del cultivo.

Si estos niveles de calcio continúan bajando va ser recomendable aplicar enmiendas calcáreas para suplir las necesidades de la planta de tabaco y así mantener una buena estructura de la planta para que le dé un buen soporte. Estos niveles bajos de calcio pueden provocar en mayor medida hojas pequeñas y deformes, hay un crecimiento deficiente de la planta y un retraso en el crecimiento de raíces. En comparación a los lotes observamos que los niveles son óptimos según los requerimientos del cultivo.

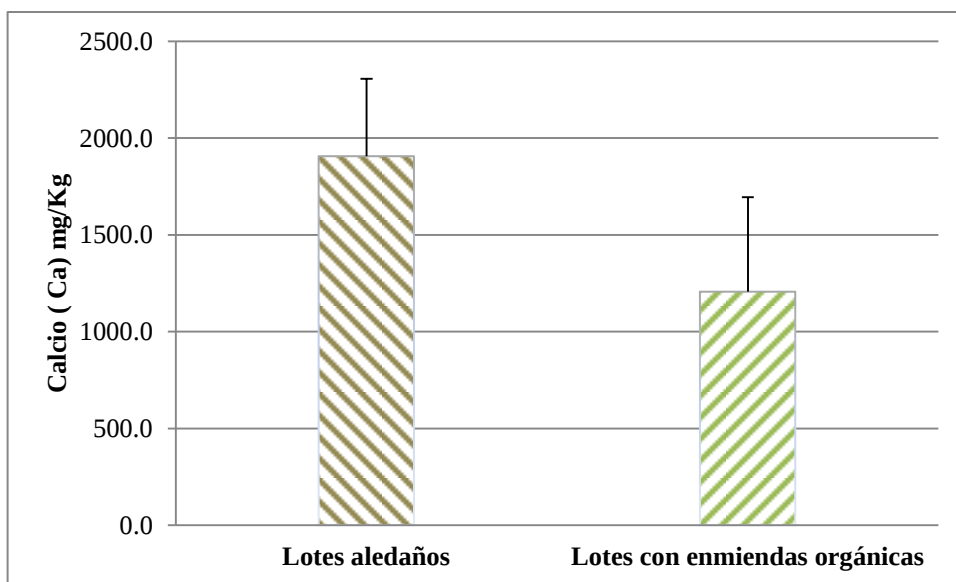


Figura 7. Niveles de calcio en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.7 Niveles de magnesio

En la (Figura 8) los suelos de la finca La Vega presentan niveles muy altos de magnesio esto puede ser debido a que en el valle de Jamastrán la precipitación es baja y eso eleva las concentraciones del Mg, con precipitaciones altas se refleja una carencia de este elemento, lo cual podría provocar una disminución en la absorción de potasio que es un nutriente que ayuda en la fijación simbiótica del N, también provocaría un quemado disparejo del producto final y eso da un mal aspecto de calidad. Estas concentraciones altas de magnesio podrían traer consecuencias a la planta de tabaco por lo tanto es recomendable realizar análisis de suelos en cada ciclo del cultivo para llevar un control de las concentraciones de este elemento.

También presenta niveles óptimos en uno de sus lotes que esto beneficia la tasa fotosintética y la producción de clorofila. En los terrenos aledaños presenta niveles muy altos de magnesio también debido a la baja precipitación en el Valle.

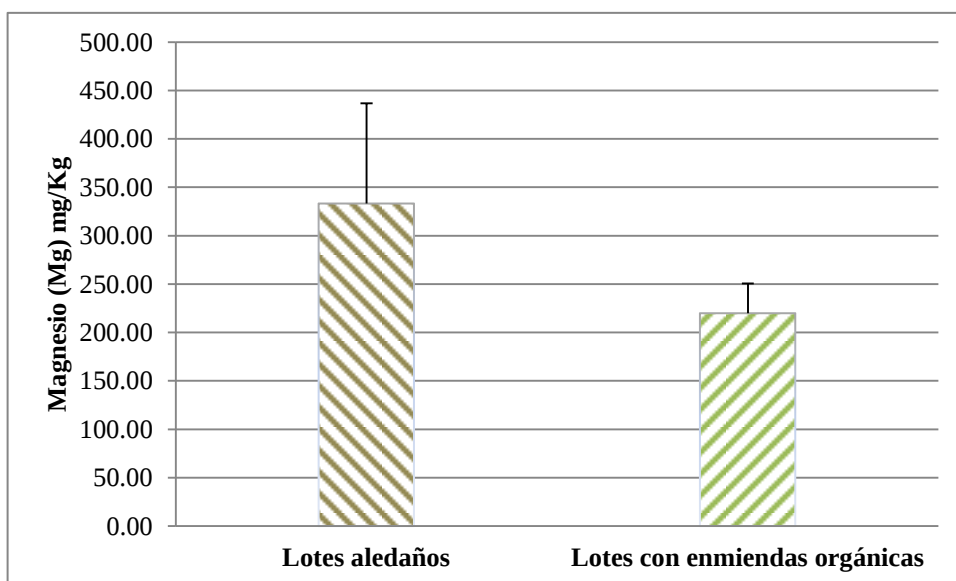


Figura 8. Niveles de magnesio en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.8 Niveles de cobre

En la (Figura 9) los resultados muestran que los suelos de la finca La Vega presenta suelos con niveles moderadamente altos de cobre según la tabla de interpretación del Cu, estas concentraciones podrían deberse a los restos de las aplicaciones de plaguicidas, fungicidas o fertilizantes anteriores, puede ser que el suelo tiene altas concentraciones naturales de este elemento, también por poseer suelos ácidos.

Los terrenos alledaños se encuentran con niveles muy altos. Basado en los análisis de laboratorio y en la extracción de nutrientes no se deben hacer aplicaciones de cobre ya que presenta niveles altos y muy altos provocaría toxicidad y eso se manifiesta como una deficiencia de hierro ya que la presencia en exceso del cobre inhibe la translocación del hierro.

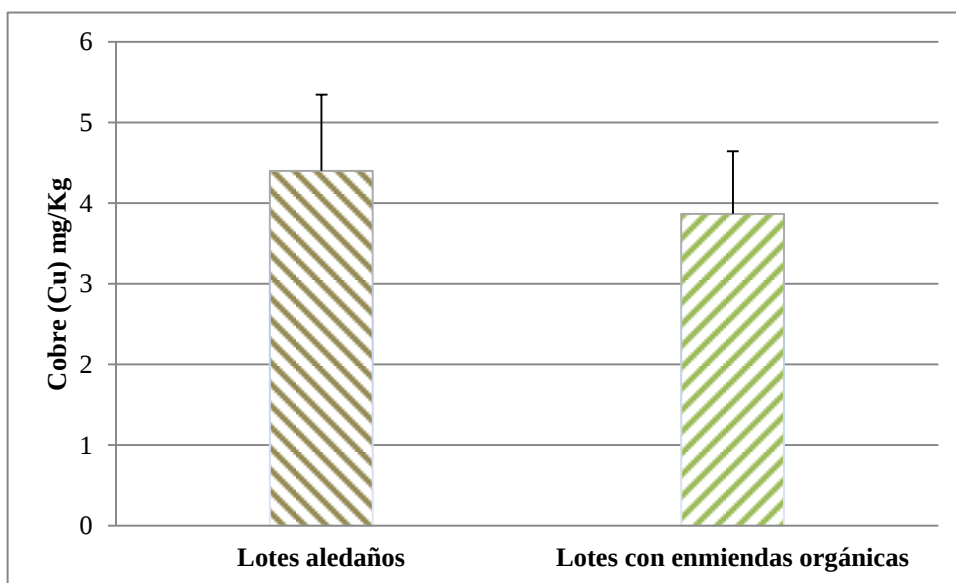


Figura 9. Niveles de cobre en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.9 Niveles de hierro

En la (Figura 10) los resultados muestran que los suelos de la finca La Vega y los terrenos aledaños presentan suelos con muy altos niveles de hierro según la tabla de interpretación del hierro. Una de las posibles causas de las altas concentraciones de hierro en el suelo puede deberse a que este elemento es muy común encontrarlo en condiciones naturales. Basados en los resultados encontrados en el análisis de suelo en laboratorio con estas concentraciones muy altas de hierro no se deben hacer aplicaciones de este elemento para evitar daños en la hoja y evitar pérdidas económicas aplicando innecesariamente este nutriente.

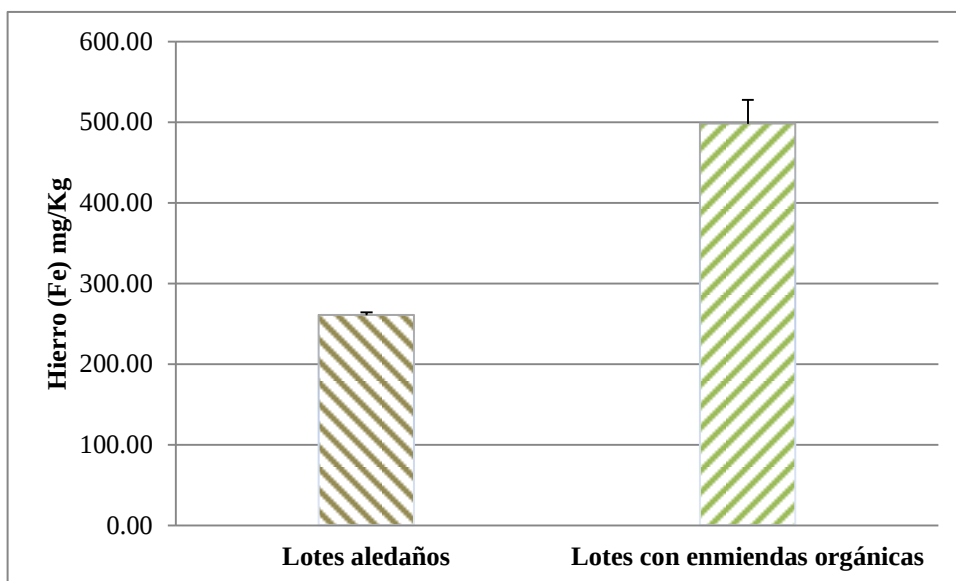


Figura 10. Niveles de hierro en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.10 Niveles de manganeso

En la (Figura 11) los resultados muestran que los suelos de la finca La Vega y los terrenos aledaños presentan niveles muy altos manganeso según la tabla de interpretación del Mn, estos niveles altos puede estar asociada a problemas de acides, esto podría provocar la presencia de clorosis y puntos necróticos en las hojas lo que nos daría un producto de mala calidad al momento de la cosecha. Basándose en los análisis de suelos respectivamente y en la extracción de nutrientes se deben controlar las aplicaciones de Mn ya que sus concentraciones son muy elevadas y esto podría causar una disminución en el crecimiento de hojas y raíces.

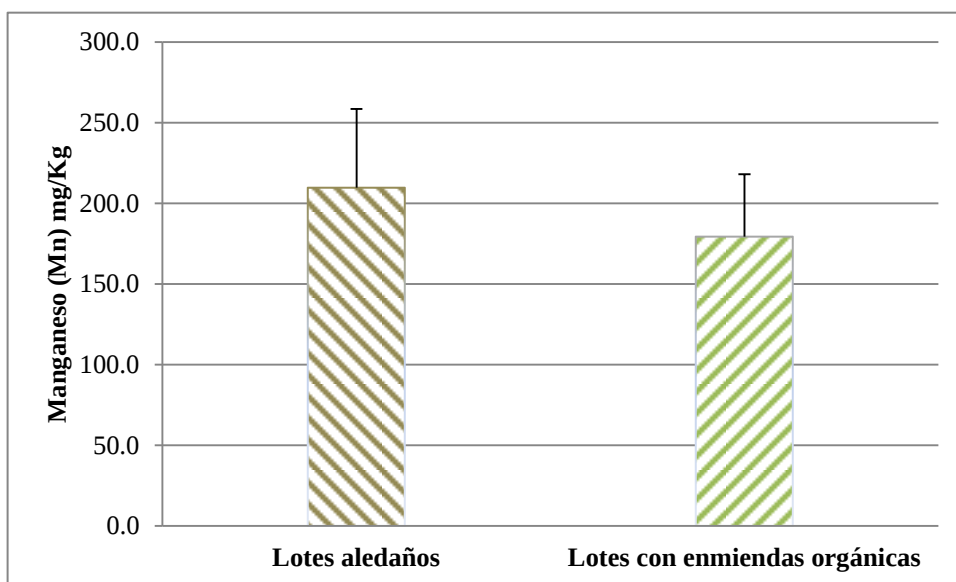


Figura 11. Niveles de manganeso en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.1.11 Niveles de zinc

En la (Figura 12) los resultados muestran que los suelos tanto de la finca La Vega como de los terrenos aledaños presentan niveles muy altos de zinc según la tabla de interpretación del zinc. Los altos contenidos de zinc se pueden atribuir a que hay suelos derivados de rocas altas en Zn que pueden contener concentraciones tóxicas de este micro elemento. También por el uso inadecuado de agroquímicos foliares con alto contenido de Zn puede causar toxicidad.

Este elemento está relacionado en la translocación de Fe, por lo tanto, puede causar una clorosis típica de deficiencia de este elemento. Con los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio se debe monitorear los contenidos de Zn ya que son muy altos y al seguir aplicando dosis de este elemento se vería afectado el cultivo por lo tanto se debe dejar de aplicar Zn en estos suelos.

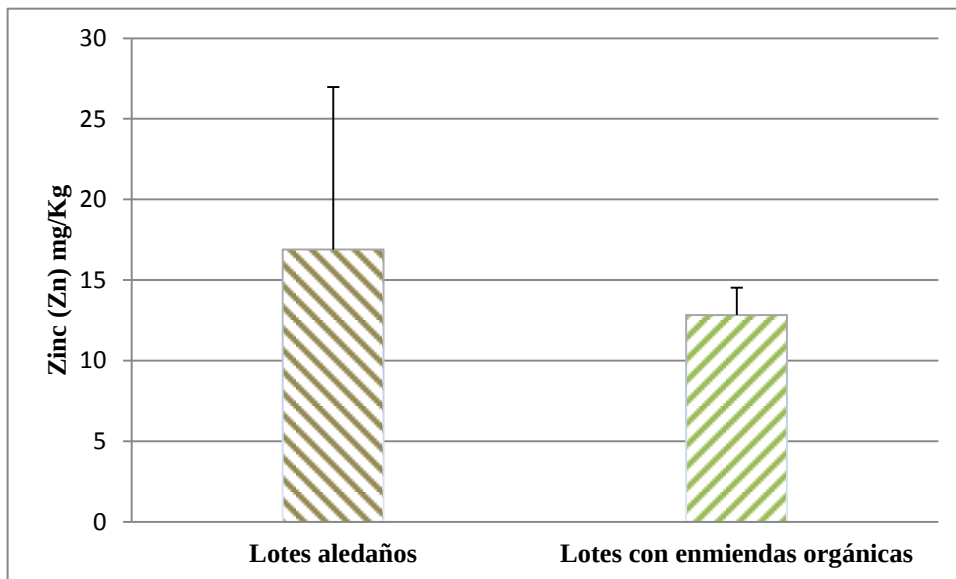


Figura 12. Niveles de zinc en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

5.2 Propiedades físicas del suelo evaluadas

5.2.1 Estructura

Los resultados obtenidos en la (Tabla 1) muestran que la mayoría de suelos de la finca La Vega y los terrenos aledaños presentan suelos con forma estructural granular. Los suelos de la finca La Vega presenta también tamaño de partículas media de 2-5 mm y gruesa de 5-10 mm el cual favorece el buen desarrollo de la planta, mientras que los lotes aledaños presentan tamaños de partículas fina de 1-2 mm, media de 2-5 mm y muy gruesa de más de 10 mm las partículas muy grande.

La dureza de estos suelos es moderada en los lotes con enmiendas orgánicas esto permite que las raíces de la planta puedan desarrollarse sin problemas.

5.2.2 Color

Los colores presentes en los suelos con enmiendas orgánicas es el gris olivo, olivo y el café olivo, estos suelos presentan colores claros esto se asocia a condiciones de media a baja fertilidad del suelo. En los suelos de los sitios aledaños a la finca se presentan los colores olivo y olivo pálido, que también presentan condiciones de media a baja fertilidad del suelo.

5.2.3 Consistencia

La consistencia de los suelos de la finca La Vega son suelos que son débilmente resistentes a la presión, de fácil deformación o ruptura y se adhieren entre los dedos formando un cordón que se rompe al presionarlo, estos suelos por lo general están bien aireados, son de fácil penetración y le ofrece un buen contacto a la raíces. Son suelos adherentes y esto permite que el suelo no sea resbaladizo también.

Lo contrario se observa en los lotes aladaños que son débiles y se rompen con facilidad son suelos sueltos que permiten un buen contacto con las raíces. Se presentó un lote con condiciones de resistencia a la deformación resistentes a la presión que se desmenuza con dificultad y que por ser suelos muy adherentes y muy plásticos poseen mucho contenido de arcilla.

5.2.4 Velocidad de infiltración

La velocidad de infiltración de los suelos con enmiendas orgánicas va de lenta a rápida que son suelos que tienden a ser franco-arcilloso a franco-arcillosos. Los lotes aladaños solo en un lote fue muy lenta la infiltración que son suelos arcillosos y los demás son suelos con muy rápida infiltración por contar con suelos franco arenosos.

5.2.5 Densidad Aparente

En la (Figura 13) los resultados de la densidad aparente son similares en ambos tratamientos. Los lotes de la finca La Vega presentan una densidad aparente que en promedio es de 1.46 g/cm³ que son suelos franco arcillo arenosa, los lotes aladaños presentan una densidad aparente que en promedio es de 1.51 g/cm³ que son suelos franco arenosos finos.

A pesar de los bajos contenidos de materiales orgánicos la densidad aparente que poseen estos suelos está relacionada con suelos sueltos que permiten un desarrollo adecuado de la planta. De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio se deben seguir haciendo aplicaciones de enmiendas orgánicas para que permitan un mayor porcentaje de materia orgánica y así mejore la estructura del suelo.

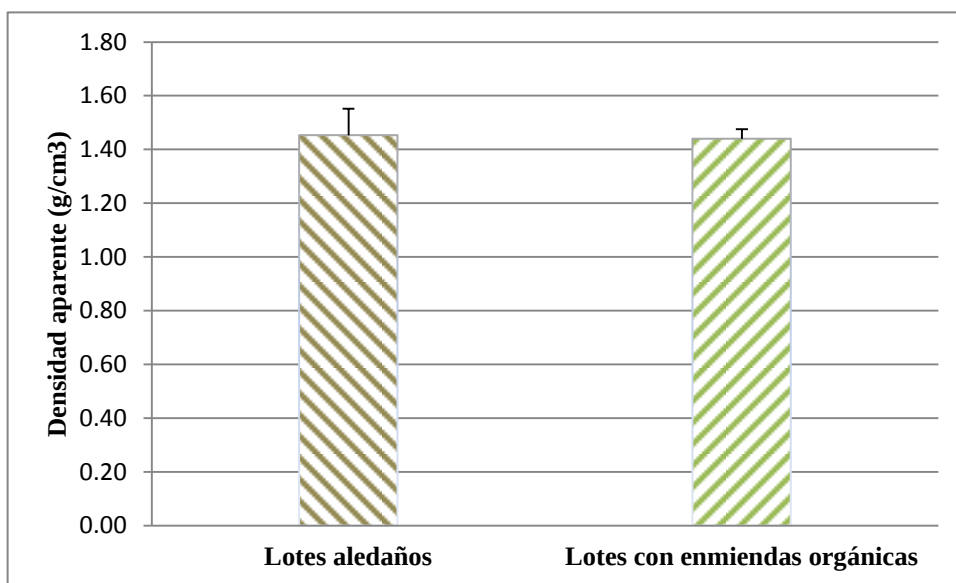


Figura 13. Densidad aparente del suelo en el estudio de las propiedades físicas y químicas del suelo en la finca tabacalera “La Vega” en Jamastrán, El Paraíso. Barras de error indican el error estándar de la media.

Tabla 6 Propiedades físicas del suelo de los lotes de la finca La Vega y los lotes aledaños realizados a nivel de campo y laboratorio.

Variable Física	Descripción	Lotes con enmiendas orgánicas			Lotes aledaños		
		Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Estructura	Forma	Granular	Granular	Blocosa angular	Granular	Blocosa subangular	Granular
	Tamaño	Media (2-5 mm de diámetro)	Media (2-5 mm de diámetro)	Gruesa(5-10 mm de diámetro)	Media (2-5 mm de diámetro)	Muy grande (más de 10 mm de diámetro)	Fina (1-2 mm de diámetro)
	Dureza	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Fuerte	Débil
Color	Suelo seco	5Y 5/2 olive gray (gris olivo)	5Y 4/3 olive (olivo)	2.5Y 4/3 olive brown (café olivo)	5Y 4/3 olive (olivo)	5Y 6/3 pale olivo (olivo pálido)	5Y 4/3 olive (olivo)
	Suelo húmedo	5Y 3/3 dark olive gray (gris oscuro)	5Y 4/3 olive (olivo)	2.5 Y 3/3 dark olive brown (café oscuro)	5Y 4/2 olive gray (gris oscuro)	5Y 3/2 dark olive gray (gris olivo oscuro)	5Y 4/2 olive gray (gris oscuro)
Consistencia	Suelo seco	Ligeramente duro	Ligeramente duro	Ligeramente duro	Blando	Duro a muy duro	Blando
	Suelo húmedo	Firme	Friable	Firme	Friable	Muy firme	Friable
	Suelo mojado	Adherente y plástico	Adherente y plástico	Adherente y plástico	Adherente y plástico	Muy adherente y muy plástico	Adherente y plástico
Densidad aparente	(en g/cm ³)	1.62	1.52	1.42	1.44	1.62	1.28
Velocidad de infiltración	(cm/)	0.8 Lenta	1 Rápida	1.1 Rápida	2.9 Muy rápida	0.9 Lenta	4.5 muy rápida

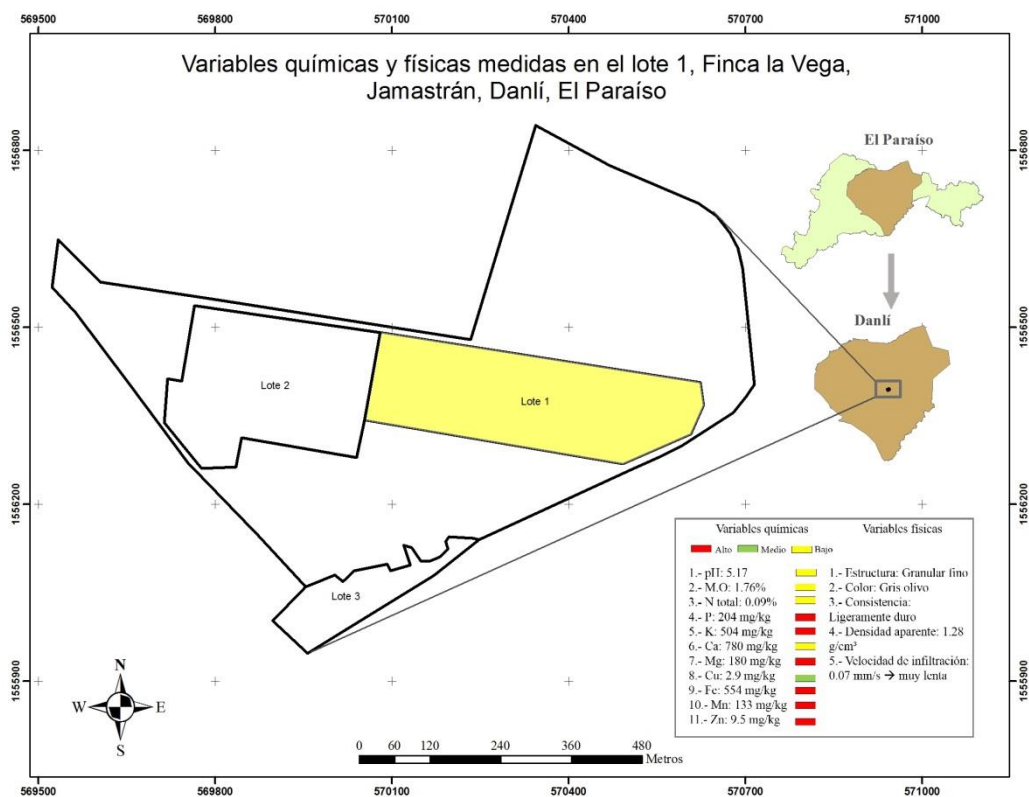


Figura 14. Mapa de fertilidad Lote 1, finca La Vega.

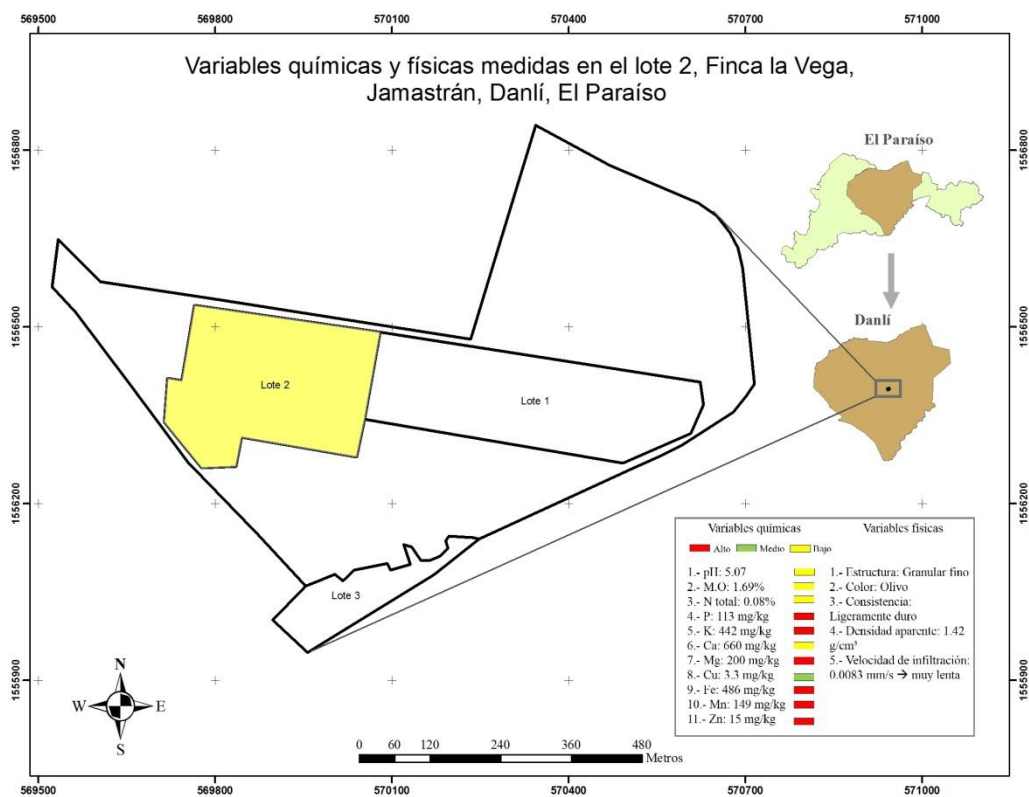


Figura 15. Mapa de fertilidad Lote 2, finca La vega.

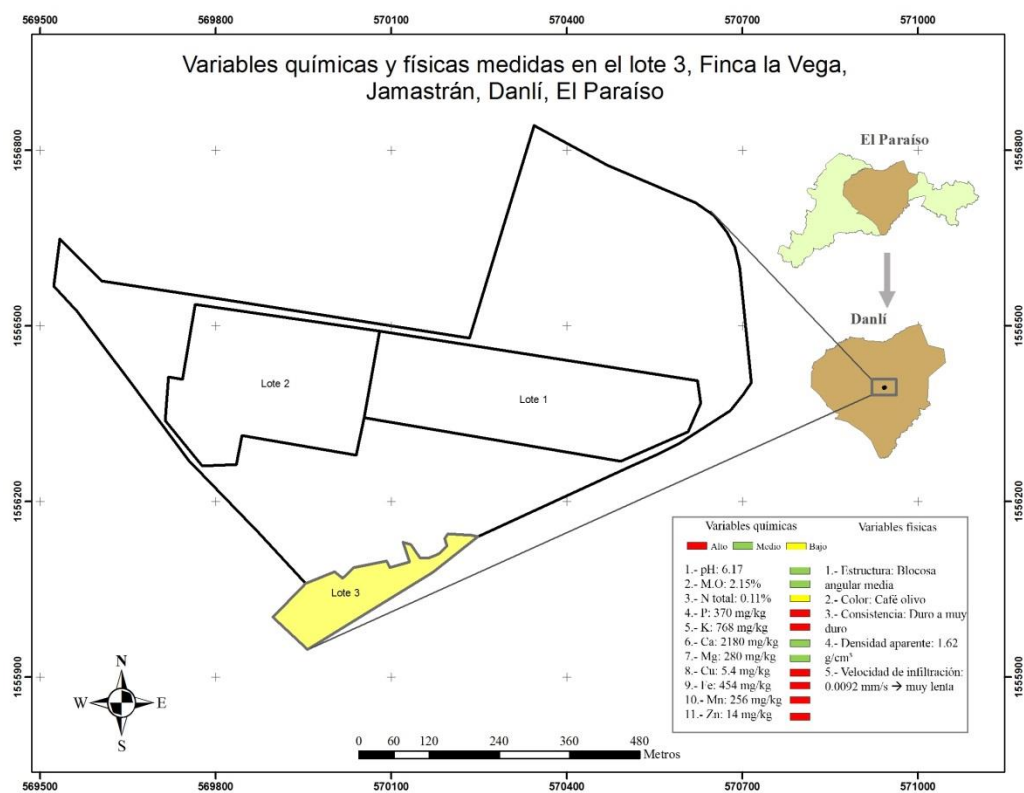


Figura 16. Mapa de fertilidad Lote 3, finca La Vega.

VI CONCLUSIONES

La disponibilidad de Macro elementos primarios (P y K) es alta en los lotes con aplicación de enmiendas orgánicas, en comparación a los lotes de Manejo Tradicional que muestran niveles más bajos. Según los análisis químicos Realizados, se puede inferir que esto se debe a que la Tabacalera, en su programación de fertilidad solo incluye P y K, quedando residuos en el suelo.

El contenido de N, Ca y Mg en los tratamientos Tradicional y con enmiendas orgánicas es muy bajo.

Los rangos de pH, se muestran óptimos para el Cultivo de Tabaco en los lotes aledaños y Moderadamente ácidos en los lotes con aplicación de enmiendas orgánicas.

La M.O presentaron niveles bajos en la finca La Vega contrarios resultados presentó los lotes aledaños que presentó niveles óptimos de materia orgánica.

Los micro elementos Cu, Fe, Mn, y Zn según los análisis de suelos son muy altos en los lotes con aplicación de enmiendas orgánicas iguales resultados presento los lotes aledaños.

VII RECOMENDACIONES

En base a los análisis químicos, que se realizaron los lotes de la finca La Vega muestra niveles muy altos de P y K, por lo tanto estos suelos poseen suficiente cantidades de fosforo y potasio, para satisfacer los requerimientos nutricionales, del cultivo del Tabaco.

Se recomienda seguir con la programación de Fertilidad de Nitrógeno en los lotes de manejo orgánico, y hacer ensayos utilizando Urea como fertilizante Nitrogenado, con diferentes niveles, ya que el Nitrato es muy móvil y fácilmente se lixiviar, principalmente en textura Franco Arenosa

Realizar un monitoreo de los niveles de pH, porque si bajan menos de 5, tendríamos problemas con la disponibilidad del Fosforo, ya que lo atrapa el Aluminio y el Hierro formando fosfato de Al y Fe, esto provoca que no sea disponible para el cultivo. Sugiriendo en ese caso aplicaciones de enmiendas calcáreas.

Hacer uso de los mapas de fertilidad Como una herramienta a los programas de fertilidad que muestran los niveles de cada uno de los lotes, indicando los bajos, medios y altos niveles en que se encuentran los suelos de la finca.

VIII BIBLIOGRAFIA

Chaverri, R. 1995. El cultivo del tabaco: origen e historia del tabaco. San José, C.R. EUNED. 163 p.

Donoso Zegers, C. (1992) Ecología forestal. Editorial Universitaria, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

Doran, J.W. y Parkin, T.B. (1994). Defining and assessing soil quality. In: JW Doran; DC Coleman; DF Bezdicek & BA Stewart (Eds.). Defining soil quality for a sustainable environment. SSSA Special Publication N° 35. Wisconsin, USA.

Duque, G; escobar, C. 2002. Mecánica de los suelos. Manizales. Colombia.

Fernández, M. 1997. Fertilización del tabaco (en línea). Vida rural n° 43. Consultado el 19 de mayo del 2013. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=182698>

Figuroa Bonilla, A.E. 1999. Metodología de análisis de suelos del laboratorio de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). ENA. Tesis Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho, Hond. C.A. 67 p.

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (FHIA), 2007. Analicemos el suelo para alimentar adecuadamente a los cultivos. Cortes, Honduras. 3 p.

Henríquez, C; Bertsch, F; Salas, R. 1995. Fertilidad de suelos: manual de laboratorio. San José, C.R. ACCS. 64 p.

IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas), 1976. Ciclo de preparación y evaluación de proyectos de desarrollo agrícola. 242 p.

IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas), 1959. Curso internacional de bases fisiológicas de la producción agrícola. 2 p

Kerekes, B.: Technological development of harvesting and curing of tobacco. Godoll University, College of Agriculture in Nyíregyháza. En sitio <http://www.date.hu/kiadvany/tessedik/4/kerekes.pdf>. Octubre de 2002

Layten, D., M. T. Nielsen: *Tobacco: Production, Chemistry and Technology*. Blackwell Science. USA. 467 pp. 1999.

Llanos Company, A.: *Fertilización del tabaco*. Ministerio de la Agricultura. Pesca y Alimentación. Madrid. 84 pp. 1983.

Monzón, L.: Aspectos generales en la maduración de la hoja de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). *Cuba Tabaco* 4(1): 56-58, 2003.

Marañes, Antonio; Sánchez, Juan; Lozano, Sergio; Sánchez Sebastián; Lozano, F. 1994. Análisis de suelos metodología e interpretación. Almería. 126 p.

Morera, F. 1983. El cultivo del tabaco: el cultivo. 2. Ed. San Jose, C.R. EUNED. 18 p. (Serie cultivos mayores No 2).

Organización de las naciones unidad para la agricultura y la alimentación (FAO). 2005. Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal. 129 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2006. Cuestiones Relacionadas con la Economía Mundial del Tabaco. Roma, Italia. 134 p. Organización.

Organización de las naciones unidad para la agricultura y la alimentación (FAO). 2009. Guía para la descripción de suelos. Roma, Italia. 34 p.

Ortega, JA; Ferrís, J; López, JA. 2004. La industria tabaquera: riesgo infanto-juvenil. Revista española de pediatría. 60(2): 131-133.

Pinot, R, H. (2000). Manual de Edafología. Ed. Computec. Chile.

Pomareda, C, Brenes, E, Figueroa, L. La Industria del Tabaco en Honduras: Condiciones de Competitividad. (En línea). Consultado el 11/12/2013. <http://www.incae.edu/es/clacds/publicaciones/pdf/cen530.pdf>

Rapper, C.D. Jr., D.T. Patterson, L. R. Parsans and P. J. Krammar: Relative growth and nutrient accumulation rates for tobacco. *Plant Soil* 46 (2): 473-86, 1977.

Porta, J; López-Acevedo, Marta; Roquero, Carlos: “Edafología para la agricultura y el medio ambiente”, Ed. Mundiprensa, 3ª edición, 2003, págs. 629.

Ruiz, M. 2000. Tabaco y Sociedad en Barinas, siglo XVII: el tabaco varinas. Venezuela. CPU Los Andes. 367 p.

Tejeda, JA. 1993. Manejo de suelos con base en un análisis químico, para cinco fincas de la zona sur de Costa Rica. Tesis Lic. Ing. Agr. Costa Rica, EARTH. 60 p.

Trejo, Marco; Barrios, Edmundo; Turcios, Wilmer; Barreto, Héctor. 1999. Método participativo para identificar y clasificar indicadores locales de calidad del suelo a nivel de microcuenca. Guía 1. En: instrumentos para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. 255 p.

Tso, T.C.: Production, Physiology and Biochemistry of tobacco plant. Ideals, Inc. USA, 685 pp., 1990.

Wang, J.J., Harrell, D.L., Henderson, R.E. 2004. Comparison of soil-test extractants for phosphorus, potassium, calcium, sodium, zinc, copper, manganese and iron in Louisiana soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 35, 145-160.

ANEXOS

Anexo 1 a,b,c: Lotes de la finca La Vega: a. Lote 1, b. Lote 2, c. Lote 3.



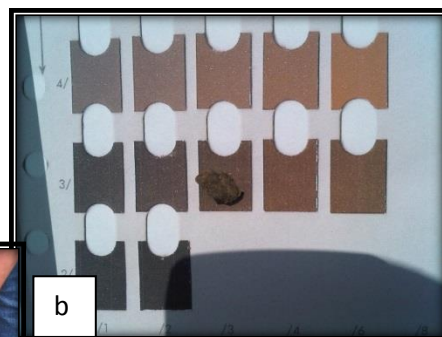
Anexo 2 a,b,c: Lotes de los terrenos aledaños: a. Lote 1, b. Lote 2, c. Lote 3.



Anexo 3 a, b, c,d: Toma de muestras para enviarlas al laboratorio: a. Toma de sub-muestra, b. Homogenizado de sub-muestras, c. Llenado de bolsa, d. Muestra lista para ser llevada.



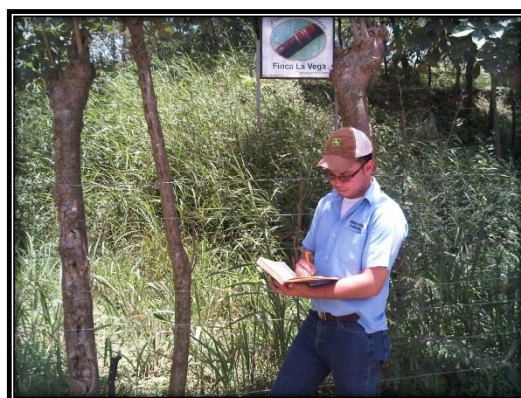
Anexo 4 a, b, c, d, e: Determinación de las propiedades físicas del suelo: a. Estructura, b. Color, c. Consistencia, d. Velocidad de infiltración, e. Densidad aparente.



Anexo 5 a, b, c, d, e, f, g: Análisis en el laboratorio: a. Tamizado de muestras, b. Espectrofotómetro para mediciones colorimétricas, c. Espectrofotómetro de absorción atómica, d. Peachímetro, e. Peso de muestras para determinar D.A, f. Introducción de muestras en horno, g. Lecturas en el Peachímetro.



Anexo 6. Mapeo de la finca La Vega y los terrenos aledaños.



Anexo 7. Ejemplo de Cálculo para diferencia de medias para el pH.

$\bar{x}_1, \bar{x}_2$	Medias de la muestra 1 y 2	$\bar{x}_1, \bar{x}_2 >>>>> 5.5-6.0$
δ_1^2, δ_2^2	Varianzas de la muestra 1 y 2	$\delta_1^2, \delta_2^2 >>>>> 0.6-0.4$
n_1, n_2	Tamaño de la muestra 1 y 2	$n_1, n_2 >>>>> 3-3$

$$gl = n_1 + n_2 - 2$$

$$gl = 3 + 3 - 2$$

$$gl = 4$$

$$\delta_p = \sqrt{\frac{((n_1 - 1)\delta_1^2 + (n_2 - 1))\delta_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$\delta_p = \sqrt{\frac{((3 - 1)0.6^2 + (3 - 1)0.4^2)}{3 + 3 - 2}}$$

$$\delta_p = \sqrt{\frac{1.04}{4}}$$

$$\delta_p = \sqrt{0.26}$$

$$\delta_p = 0.51$$

$$t = \frac{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) - d_o}{\delta_p \sqrt{\left(\left(\frac{1}{n_2}\right) + \left(\frac{1}{n_1}\right)\right)}}$$

$$t = \frac{(6.0 - 5.5) - 0}{0.51 \sqrt{\left(\left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3}\right)\right)}}$$

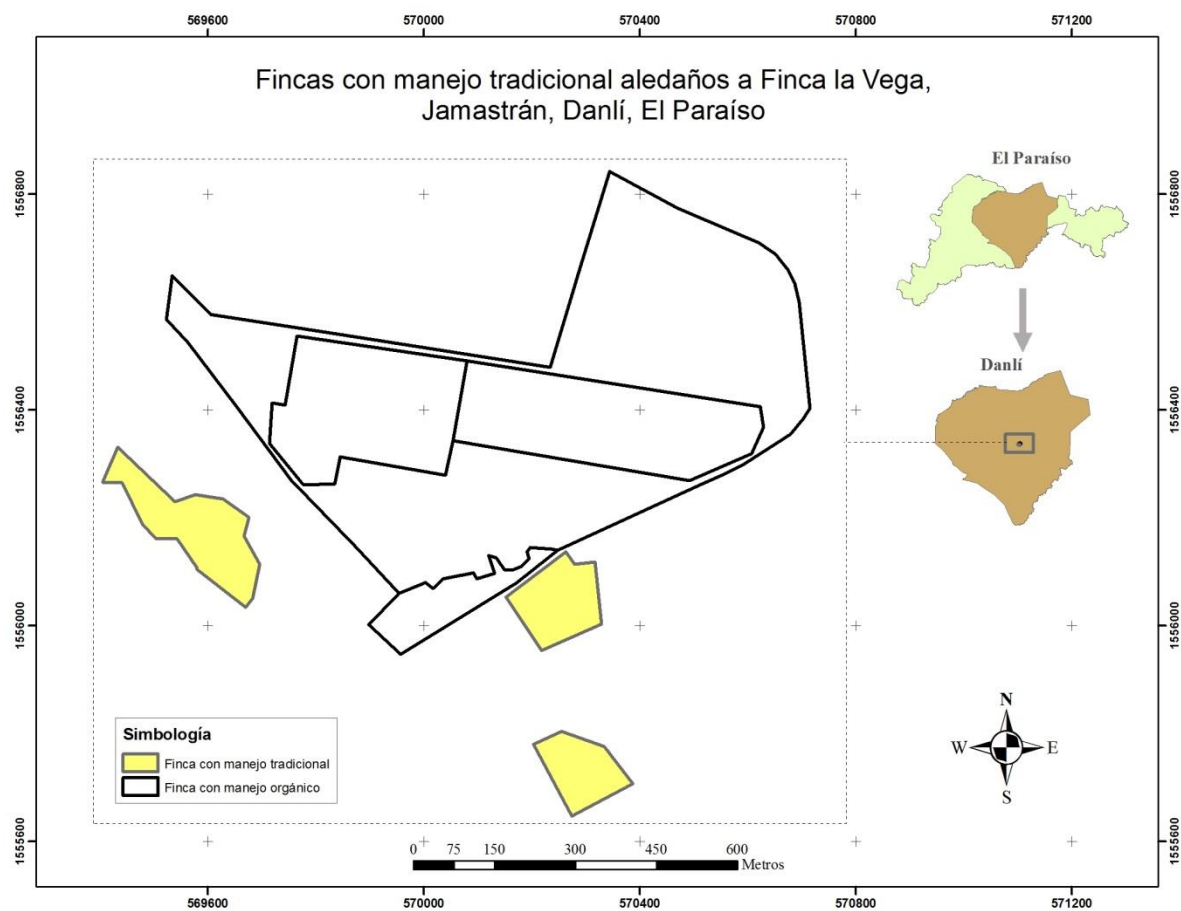
$$t = \frac{0.5}{0.51\sqrt{0.67}}$$

$$t = \frac{0.5}{0.42}$$

$$t = 1.2$$

$$M_1 = M_2$$

Anexo 8. Lotes aledaños a la finca La Vega.



Anexo 9. Análisis químico dado por el laboratorio del Zamorano.

ZAMORANO LABORATORIO DE SUELOS CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

Zamorano tels. (504) 776-6140 al 50 ext. 2316 Fax: (504) 776-6242

Solicitante: Plasencia Tobacco
Institución: PARTICULAR
Localización de la muestra: Danlí/Jalapa
País: Honduras/ Nicaragua

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELOS

Fecha de entrada: 23/07/12

Fecha de salida: 13/08/13

Métodos:

K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: Solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica

P: Solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría

% M.O. : Método de Walkley & Black

% N total: 5% de M.O.

pH: Relación suelo : agua; 1:1

B,S: Solución extractora fosfato de calcio, determinados por colorimetría

Textura: Método de Bouyoucus

Al intercambiable: Extracción con KCl, cuantificado por volumetría

Simbología:

Alto
Medio
Bajo

# Lab.	Muestra	Textura	%			pH	%		mg/Kg (extractable)														cmol/Kg
			Arena	Limo	Arcilla		M.O.	N total	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Al			
13-S-3278	Lote A4, Quebrada Larga, muestra 1					6.02	3.51	0.18	59	438	1420	220	10	5	3.0	268	191	37.0	0.9	0.0			
13-S-3279	Lote A5, Quebrada Larga, muestra 2					5.67	3.59	0.18	22	288	2700	540	28	1	6.2	258	138	5.8	4.1	0.0			
13-S-3280	Lote A6, Quebrada Larga, muestra 3					6.37	3.26	0.16	58	470	1600	240	10	2	4.0	256	302	7.9	0.5	0.0			
13-S-3281	Lote A1, Quebrada Larga, muestra 4					5.17	1.78	0.09	204	504	780	180	30	25	2.9	554	133	9.5	3.2	0.0			
13-S-3282	Lote A2, Quebrada Larga, muestra 5					5.07	1.69	0.08	113	442	660	260	30	28	3.3	488	149	15.0	2.8	0.0			
13-S-3283	Lote A3, Quebrada Larga, muestra 6					6.17	2.15	0.11	370	768	2180	280	13	11	5.4	454	256	14.0	1.6	0.0			

Rango Medio	2.00	0.20	13	Por: Saturación de bases	20	1.7	56	28	1.7	0.5
	4.00	0.50	30		80	3.4	112	112	3.4	8.0

Responsable del análisis: _____
Ing. Moisés Sánchez Amaya

Interpretación: _____
Ing. Juan Carlos Cabrera

Vo.Bo. _____
Ing. Gloria Arévalo de Gauggel M.Sc.
Directora Unidad de Suelos