

Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE SUELO LUVISOL (Chak lu'um) EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

Informe Técnico de Residencia Profesional que presenta el C.

WENDY OLAYNE YAM BALAM

Número de control: 11870082

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesor Interno: M en C. Víctor Eduardo Casanova Villareal

Juan Sarabia, Quintana Roo

Diciembre 2015

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA


El Comité de revisión para Residencia Profesional de la estudiante de la carrera de **INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, WENDY OLAYNE YAM BALAM**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno **M en C. VÍCTOR EDUARDO CASANOVA VILLARREAL**, el asesor externo el **ING. NAHÚN SANTOS CHACÓN**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado: **CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE SUELO LUVISOL (Chak lu'um) EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA** que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

ATENTAMENTE

Asesor Interno


M en C. Víctor Eduardo Casanova Villarreal

Asesor Externo


Ing. Nahún Santos Chacón

Juan Sarabia, Quintana Roo, diciembre, 2015.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO	5
IV. OBJETIVOS	6
4.1. General	6
4.2. Específico	6
V. MATERIALES Y MÉTODOS	7
5.1. Métodos de campo.....	7
5.2. Métodos de laboratorio.....	11
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
6.1. Cartografía de los suelos	16
6.2. Descripción de perfiles.....	17
VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES.....	25
7.1. Nivel de impacto.....	25
7.2. Problemas a resolver	25
7.3. Limitantes.....	25
VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS	27
8.1. Genéricas.....	27
8.2. Específicas.....	27
IX. CONCLUSIONES.....	29
X. RECOMENDACIONES (opcional).....	30
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
XII. ANEXOS	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica.....	15
Cuadro 2. Sitio 1. Transecto 9,1.....	17
Cuadro 3. Resultados de propiedades físicas de la muestra 39 (T 9,1).....	18
Cuadro 4. Resultados de propiedades fisicoquímicas de la muestra 39 (T 9,1) ...	18
Cuadro 5. Sitio 2. Transecto 9,0.....	19
Cuadro 6. Resultados de propiedades físicas de la muestra 40 (T 9,0).....	20
Cuadro 7. Resultados de propiedades fisicoquímicas de la muestra 40 (T 9,0) ...	20
Cuadro 8. Sitio 3. Transecto 12,0.....	21
Cuadro 9. Resultados de propiedades físicas de la muestra 41 (T12, 0).....	22
Cuadro 10. Resultados de propiedades fisicoquímicas de la muestra 41 (T 12, 0)	22
Cuadro 11. Resultados de propiedades físicas de la muestra 42 (T12, 0).....	23
Cuadro 12. Resultados de propiedades fisicoquímicas de la muestra 42 (T 12, 0)	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la delimitación del área del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.....	5
Figura 2. GPS para ubicar puntos.....	7
Figura 3. Mapa de los sitios de muestreo.	8
Figura 4. Recorrido de exploración. a) Ubicación punto; b) Muestreo; c) Medición muestra; d) Vegetación.	8
Figura 5. Apertura del pozo pedológico.	9
Figura 6. Reconocimiento del pozo. a) Identificación; b) Descripción.....	10
Figura 7. Obtención de las muestras. a) Recolección; b) Embolsado.....	11
Figura 8. Secado de las muestras.....	12
Figura 9. Preparación de las muestras. a) Molido; b) Tamizado.....	12
Figura 10. Análisis físicos. a) conductividad eléctrica y pH; b) densidad aparente; c) textura.....	13
Figura 11. Análisis químicos. a) Materia orgánica; b) calcio; c) calcio + magnesio.	14
Figura 12. Análisis químicos. a) potasio "K"; b) curva de calibración "K"; c) fósforo "P"; d) curva de calibración "P".....	14
Figura 13. Mapa de la clasificación de los suelos según su homogeneidad.....	16
Figura 14. Localización de los suelos en el microrelieve. a) Pus lu'um.....	24

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un conjunto de sedimentos sueltos “no compactos” denominados tierra que se encuentran en la litosfera seca, hoy en día es posible abordar diferentes clasificaciones de los suelos en función a sus componentes químicos, características y propiedades. Ya que integra y registra los procesos edafogénicos y las actuaciones antrópicas, además de que sirve como soporte de numerosos seres vivos. (Storch y García, 2004).

Por ello cualquier alteración, ya sea a causa de los humanos o agentes naturales, afectan temporal o permanentemente, sus funciones en relación a la producción vegetal y la conservación de los ecosistemas, por tal motivo es de suma importancia realizar un estudio detallado de la morfología del suelo en el campo y posteriormente completarlos con datos de laboratorio, a partir de los resultados obtenidos será posible la interpretación sobre su génesis y así indicar las aptitudes para sus diversos usos.

Al realizar el estudio del suelo se apreció su variabilidad, lo que permitió distar sus diferentes características y así separar las unidades del suelo. Como primer punto se requirió de la identificación de las unidades, según el tipo de terreno y la fotointerpretación, además de establecieron las relaciones suelo- paisaje para identificar los lugares más significativos. Dicha descripción incluyo 3 etapas de formación: descripción general, descripción del sitio y usos del suelo y descripción del perfil, de manera meticulosa se procedio a la identificación de sus horizontes, al realizar dicha práctica se recomienda dedicarle todo el tiempo que sea necesario y hacerlo de forma precisa, ya que toda la investigación depende de la calidad del trabajo. (Porta, López y Poch, 2014).

Según Barbosa et al. (2005). El levantamiento pedológico semidetallado en los suelos, es un examen sistemático tanto en el campo como en el laboratorio el cual incluye la descripción, clasificación y el mapeo de las clases de suelos, la interpretación para usos múltiples y la predicción de su comportamiento bajo

diferentes usos y/o sistemas de manejo. Y a su vez comprende varias etapas a saber: mapeo, descripción y caracterización, clasificación e interpretación.

Por ello el objetivo primordial del Programa Caracterización y manejo del suelo Luvisol (Chak lu'um) es el de conjuntar, analizar y sistematizar la información para la operación y planeación de las actividades correspondientes. Además tiene como propósito ser una herramienta para la integración, seguimiento y evaluación de las estrategias de protección, manejo y uso sustentable de los recursos naturales de la región. El Programa, no es un instrumento acabado y definitivo, sino que debe ir perfeccionándose año con año a medida que se establezcan e integren sucesivos propósitos anuales de trabajo con la colaboración de las instituciones, los pobladores y las personas interesadas en la conservación de esta rica porción del país.

II. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, uno de los principales problemas a nivel mundial es el aspecto relacionado con la clasificación de los suelos y su correlación con las distintas clasificaciones existentes en el mundo, y México no está libre de la falta de información, ya que se presentan graves problemas a la hora de caracterizar y principalmente clasificar los suelos, sobre todo en el marco de la agricultura. (López et. al, 2010).

Hoy en día el suelo representa un recurso de suma importancia para el sector agropecuario por lo que se busca ampliar su potencial y su capacidad productiva que beneficiara al hombre asegurando su seguridad alimentaria; para ello se requiere ampliar los conocimientos relacionados con el manejo y conservación de este recurso y así lograr un equilibrio en el sistema suelo-planta-animal. (Sánchez, Hernández y Ruz, 2011).

Los suelos son afectados por las actividades humanas, como la industrial, la municipal y la agrícola, debido a esto están en constante degradación, pérdida o reducción de sus funciones. Para prevenir la degradación de suelos y rehabilitar el potencial de los suelos degradados, se requiere datos edáficos confiables, para el diseño de sistemas de uso de la tierra y prácticas de manejo de los suelos apropiados. (FAO, 2009).

Según Rincón, Castro y Gómez, (2008). La evaluación de las propiedades físicas de los suelos se realiza con el fin de determinar sus limitantes físicas en relación con sus propiedades químicas y con base a su identificación establecer el tipo de manejo adecuado para riego, drenaje y labranza. Por ello se hace uso de la cartografía de suelos la cual es parte de la geografía que tiene en cuenta la delimitación de los diferentes tipos de suelos de una región determinada o país. Esta disciplina está muy relacionada con la génesis y clasificación de los suelos, y por ella se pueden definir las leyes que rigen su distribución y el área que ocupan, sirviendo al mismo tiempo de fundamento para la evaluación de los distintos tipos de suelos con fines agro-productivos para cualquier cultivo. (López, et al., 2010).

Sánchez, et al (2011). Señalan que el suelo es un recurso natural que a lo largo de la historia ha proporcionado el sustento para la población humana; sin embargo, la creciente población mundial y su demanda de alimentos aumentan cada día más la presión sobre este recurso. Por lo que se buscan alternativas para conservar los suelos, pues se ha confirmado que no es el clima lo que impide una producción adecuada de la tierra, sino el manejo inadecuado de estos.

Ante la falta de evaluación de los tipos de suelo que se encuentran en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya, y la preocupación en elevar la calidad de vida de los habitantes de las zonas aledañas, se desarrollaron estudios de suelo pertinentes para conocer los principales recursos naturales y así, establecer normas para una adecuada administración y aprovechamiento del territorio. (Rodríguez et al, 2010).

Se requiere conocer la ubicación espacial de los suelos, sus propiedades físicas, químicas y biológicas, así como los procesos pedogénicos. El alto, costo de los estudios pedogénicos ocasiona que las prácticas de manejo agrícola del suelo se realicen sin el conocimiento de los procesos que operan y sin un cabal conocimiento de las propiedades químicas y físicas. Lo cual origina problemas de degradación edáfica; uso excesivo de insumos agrícolas y deficiente disposición de desechos que pueden llegar a generar problemas de contaminación. (Bautista et al, 1998)

Por tal motivo se propuso realizar un estudio de suelo en la zona donde se encuentra ubicado el Instituto Tecnológico de la Zona Maya con el fin de clasificar los tipos de suelo que ahí se encuentren según los sistemas FAO, USDA Y MAYA. Cuyo objetivo es la disponibilidad de información confiable sobre la morfología de los suelos y otras características obtenidas a través del estudio y la descripción del suelo en el campo. Por lo que es importante que la descripción del suelo se realice de manera exhaustivamente; ya que servirá como base para la clasificación del suelo y la evaluación del sitio, así como para realizar interpretaciones sobre la génesis y funciones medioambientales del suelo. (FAO, 2009).

III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, ubicado en Carretera Chetumal-Escárcega Km. 21.5, Ejido Juan Sarabia, en el municipio de Othón P. Blanco del Estado de Quintana Roo. Con una latitud de $18^{\circ}31'3.27''\text{N}$ y longitud $88^{\circ}29'33.61''\text{O}$. Con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual de 30°C , 32°C en verano y con un promedio de 22°C en invierno, su precipitación es de 1200 m.

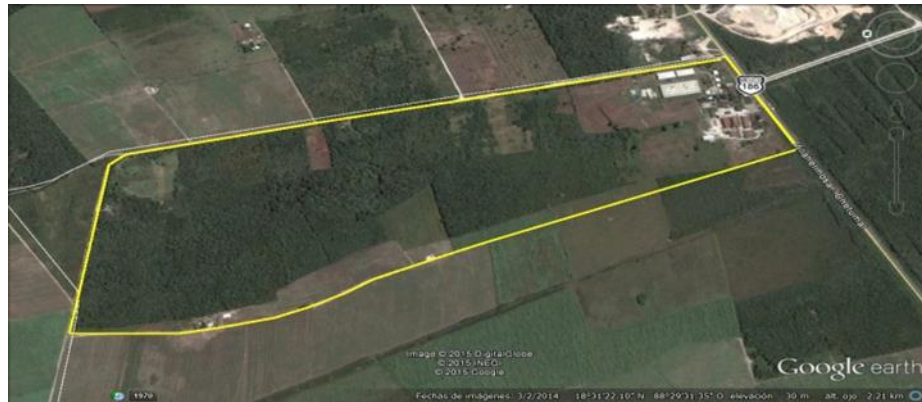


Figura 1. Mapa de la delimitación del área del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

IV. OBJETIVOS

4.1. General

Realizar la caracterización física, química y morfológica de los suelos Luvisoles (Chak lu'um) del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, para una propuesta racional del uso de estos, con el fin de evitar su degradación.

4.2. Específico

- Obtención de la cartografía de suelos del instituto tecnológico de la zona maya.
- Identificación de los suelos Luvisol (Chak lu'um) con los sistemas de clasificación FAO (Food and Agriculture Organization), USDA (United States Department of Agriculture) y nomenclatura MAYA.
- Análisis físico, químico y morfológico de los suelos Luvisol (Chak lu'um).
- Proponer un manejo adecuado de los suelos luvisoles con fines agrícolas y propuestas de su conservación.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolló en las instalaciones del Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Carretera Chetumal-Escárcega km 21.5 Ejido Juan Sarabia.

Para la descripción de esta metodología se tomó como base algunos puntos de la guía para la descripción de suelos

5.1. Métodos de campo

Como primer punto se situó en el Google Earth la imagen de la zona de estudio y se ingresó en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) una ruta con los sitios determinados mediante el cual se marcaron los diferentes transectos de manera general que sirvieron como referencia para desarrollar las actividades planeadas.



Figura 2. GPS para ubicar puntos.

Posteriormente se llevó a cabo el recorrido de exploración siguiendo la ruta ya establecida, se partió del punto de inicio, se tomaron fotografías tanto del suelo como de la vegetación, con la barrena de cilindro cerrado y con ayuda de un mazo de madera se logró que este penetrara correctamente el suelo para obtener la medida de la muestra del perfil con la cinta métrica y verificar que tipo de suelo, además se ingresaron en el GPS las coordenadas exactas de los puntos donde se realizó el muestreo; este procedimiento se efectuó en toda el área donde se ubica el Instituto Tecnológico de la Zona Maya en forma de zigzag con una distancia entre cada punto de 100 m, con la finalidad de cubrir todos los puntos establecidos en el mapa.



Figura 3. Mapa de los sitios de muestreo.

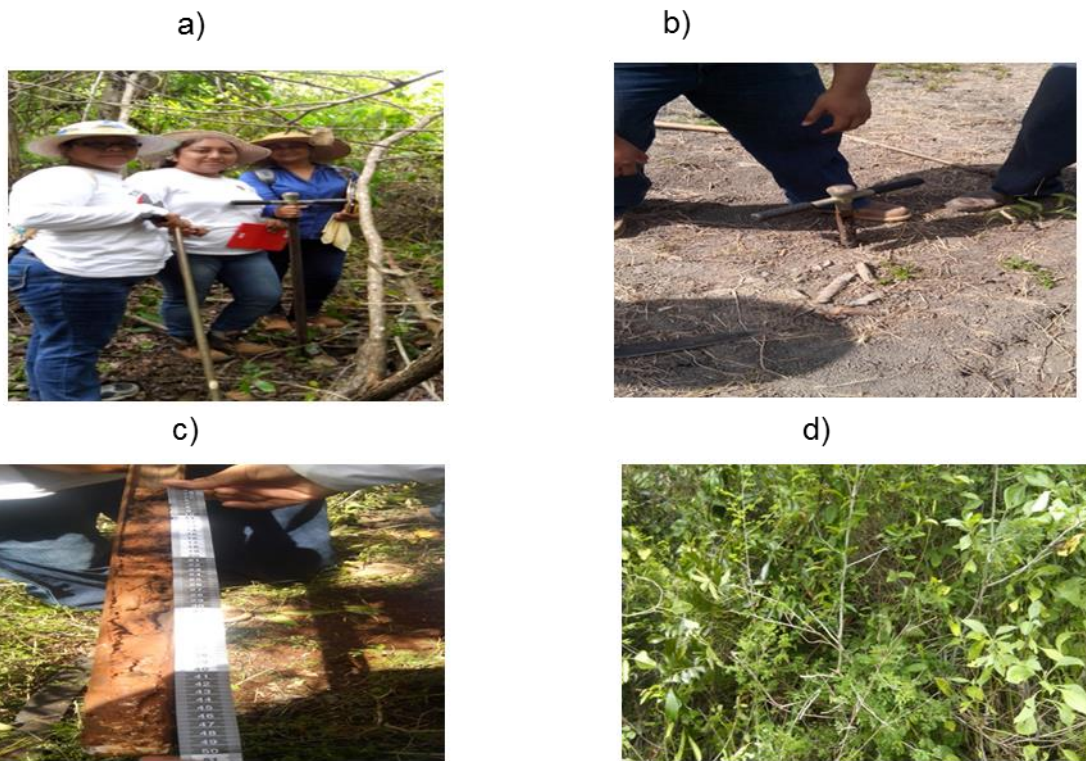


Figura 4. Recorrido de exploración. **a)** Ubicación punto; **b)** Muestreo; **c)** Medición muestra; **d)** Vegetación.

El recorrido tuvo una continuación de 19 días aproximadamente, se checaron los puntos donde cambio el tipo de suelo (donde empiezan y donde terminan), llamando al punto “lindero”, con esto se obtuvo la fotointerpretación y se ubicaron los tipos de suelo existentes.

Una vez finalizado el recorrido y de acuerdo a los datos obtenidos se realizó la fotointerpretación, y se determinó que hay un total de 3 tipos de suelo en todo el área de estudio siendo estos; **Ak 'alche, Pus lu'um y Chak lu'um**. Y con base a esto se elaboró un mapa del suelo en el cual se trazó sobre la imagen fotográfica las separaciones correspondientes según las condiciones del suelo, agrupando las unidades según sus diferencias y semejanzas. Posteriormente se añadió al mapa las imágenes obtenidas del suelo, vegetación y medida de la muestra.

Seguidamente se realizó la apertura de los pozos pedológicos, se trazó con una cinta métrica un rectángulo de 40 cm de ancho y 60 cm de largo sobre la superficie del suelo, procurando que el lado de 40 cm quede directamente expuesto a la luz del sol, la profundidad del pozo fue de 60 cm, el material requerido para realizar el muestreo es el siguiente: pico para remover la tierra superficial, pala recta para darle una forma más homogénea a las paredes y una pala curva, para excavar y extraer el suelo suelto, la tierra obtenida al excavar se fue acumulando lateralmente para evitar se mezcle con el resto.



Figura 5. Apertura del pozo pedológico.

Una vez hecho el pozo inmediatamente se procedió a realizar la descripción del perfil, el cual es preciso en este proceso, como primer punto se tomó una cartulina blanca y un plumón permanente para elaborar una etiqueta con el nombre del suelo, fecha y número de identificación del pozo, con la cinta métrica se midió la profundidad y con una flecha de cartón se señaló el espesor de cada horizonte, los cuales fueron anotados en una libreta de notas.



Figura 6. Reconocimiento del pozo. **a)** Identificación; **b)** Descripción.

Seguidamente y con base a las Definiciones y Abreviaturas para Descripciones de Suelo de Rivera D. J. M. se hizo la descripción morfológica, se introdujo en el interior del pozo y con ayuda del martillo pedológico se perforo el perfil para obtener la muestra, además se determinó a través del método del tacto lo siguiente: **textura, estructura, tipo de drenaje, materia parental, topografía, consistencia, plasticidad, pegajosidad, etc.**, para observar la presencia de poros, raíces y otros agregados se utilizó una lupa de la marca Apollo, en cuanto a la determinación del color se usó la tabla de Munsell para identificar los parámetros de matiz (Hue), brillo (Valué) e intensidad (Chroma), se observó el entorno y se verificaron las coordenadas exactas del pozo, se realizaron determinaciones químicas como; pH, materia orgánica y presencia de carbonatos, también se tomaron fotografías, toda la información obtenida se anotó en la bitácora. En total se realizó la apertura de tres pozos, los cuales fueron escogidos al azar siendo estos intercepto 9.1, 9.0 y 12.0.

Al terminar la descripción se procedió a la recolección de muestras de tal manera que puedan ser identificadas sin dificultad, se colocó una porción de 1.5 kg de suelo en bolsas de plástico de 2 kg por cada muestra, previamente etiquetadas y enumeradas con el número de pozo, suelo, fecha de obtención y capa (perfil 1,

chak lu'um, 150905, capa 1) en el caso del perfil 3 situado en el intercepto 12.0 se obtuvieron dos muestras para realizar los análisis físico-químicos.

Al finalizar la etapa de identificación y descripción de cada uno de los pozos georreferenciados, se procedió a rellenar los mismos.



Figura 7. Obtención de las muestras. **a)** Recolección; **b)** Embolsado.

5.2. Métodos de laboratorio

Una vez obtenidas las muestras de suelo se llevaron al laboratorio de Análisis de suelo-agua-planta del plantel antes mencionado para analizarlas posteriormente de acuerdo a las normas básicas de muestreo de suelos.

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 la preparación de las muestras es tan importante como el muestreo y el análisis de la misma, ya que los errores cometidos durante el proceso llegan a invalidar sus futuros análisis. La preparación de las muestras de suelo incluyó el traslado desde el punto de muestreo hasta el laboratorio; ahí se hizo la recepción, registro, secado, molienda y tamizado con el propósito de evitar su contaminación y asegurar mayor precisión y exactitud en los resultados.

Cabe mencionar que las muestras se secaron a la sombra de manera natural en una bandeja de plástico acompañada de una identificación donde se indicó su

lugar de procedencia con el propósito de facilitar su manejo, a cada muestra se le seleccionaron 20 terrones los cuales también fueron etiquetados y resguardados en el laboratorio en una bolsa de plástico.



Figura 8. Secado de las muestras.

La molienda y tamizado consistió en colocar el suelo ya seco en una piedra de granito, con ayuda de un mazo y rodillo ambos de madera se desintegraron todos los grumos sobrantes hasta disolverlos, con una botella de cristal se molió hasta alcanzar la granulometría del suelo, para tamizarlo en una malla de 2mm y obtener el suelo fino de cada una de las muestras para realizar los análisis químicos, así como también se molió y tamizó a 5mm para obtener suelo grueso para realizar los análisis físicos, para cada una de las muestras se requirió un mínimo de 800 gramos una vez conseguido el peso, se procedió al etiquetado con los datos de la muestra.

a)



b)



Figura 9. Preparación de las muestras. a) Molido; b) Tamizado.

En el laboratorio se procedió a realizar el análisis físico-químicos correspondiente a cada muestra, quedando de la siguiente manera: muestra 39 (perfil 1), muestra 40 (perfil 2), muestra 41 y muestra 42 (perfil 3) en ellas se llevaron a cabo las siguientes determinaciones físicas: pH (relación suelo, agua 1:2) con el método electrónico utilizando un potenciómetro de la marca Consort C6010, Conductividad Eléctrica (cationes y aniones solubles), Densidad Aparente (método parafina) y Textura (método de Bouyoucus).

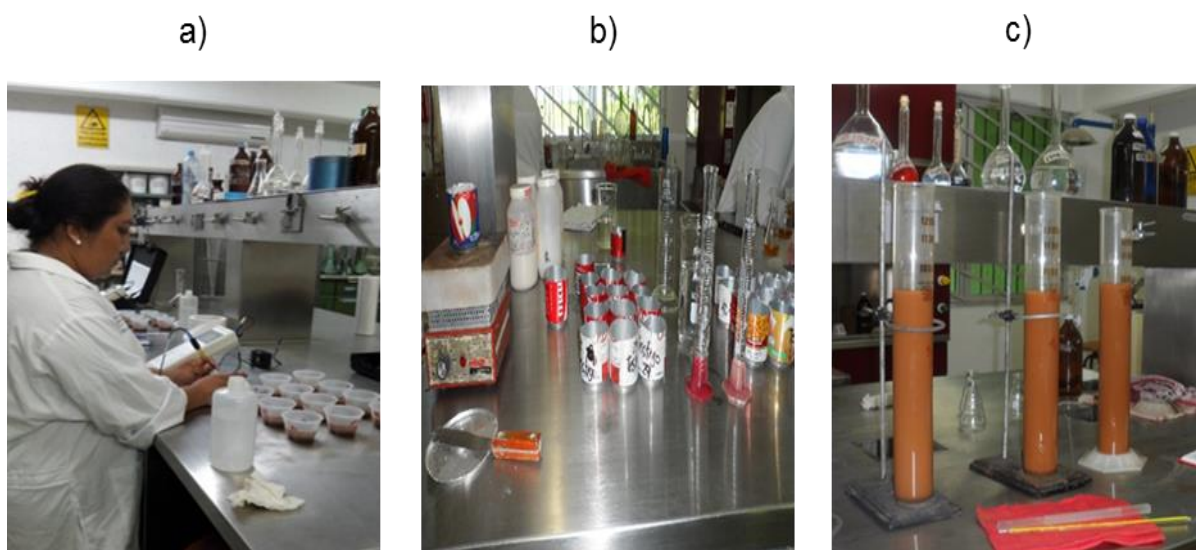


Figura 10. Análisis físicos. **a)** conductividad eléctrica y pH; **b)** densidad aparente; **c)** textura.

Posteriormente se continuó con las determinaciones químicas: Materia orgánica (Walkey y Black), calcio, calcio + magnesio (EDTA 0.01 N), potasio (acetato de amonio) obteniendo la curva de nivel en el flamómetro #60 y fósforo (método Olsen) obteniendo su curva de nivel en el espectrofotómetro UV.

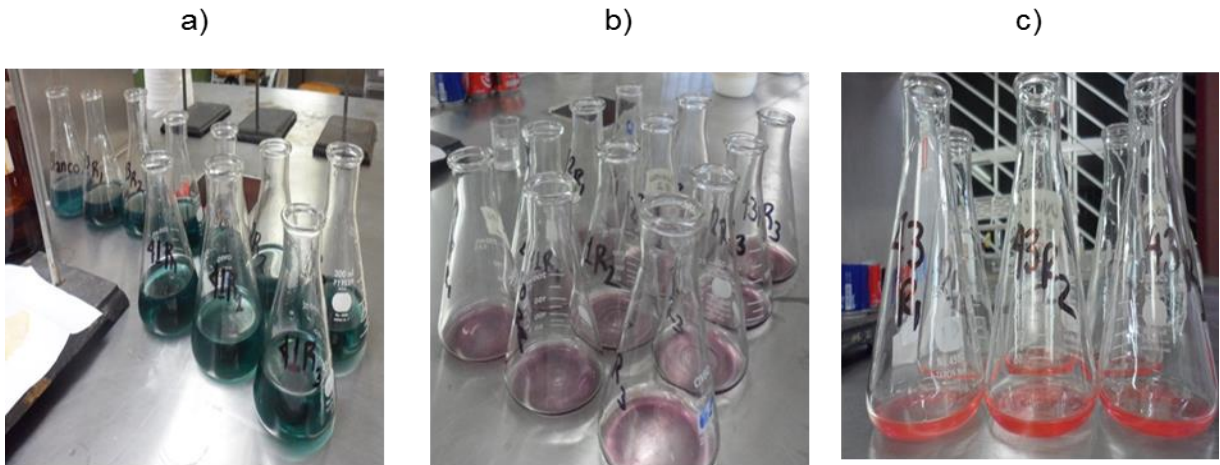


Figura 11. Análisis químicos. **a)** Materia orgánica; **b)** calcio; **c)** calcio + magnesio.



Figura 12. Análisis químicos. **a)** potasio "K"; **b)** curva de calibración "K"; **c)** fósforo "P"; **d)** curva de calibración "P".

La clasificación taxonómica de suelos se hizo de manera ordenada y se sistematizó de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT- 2000 y a la descripción taxonómica empleada en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO) y Departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA). De igual manera en cada uno de los pozos se pretende hacer una fotointerpretación, así como la descripción de perfiles de cada uno de los horizontes.

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica.

SUELO	USDA	FAO	MAYA
Café rojizo	Litic Rendol	Luvisol Cálcico (Lc)	Chak lu'um

Todos los resultados obtenidos serán capturados y procesados en una base de Excel para Windows 2010. Como resultado se diseñara un mapa interactivo y un manual el cual contendrá propuestas de trabajo para el manejo de suelo Chak lu'um.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Cartografía de los suelos

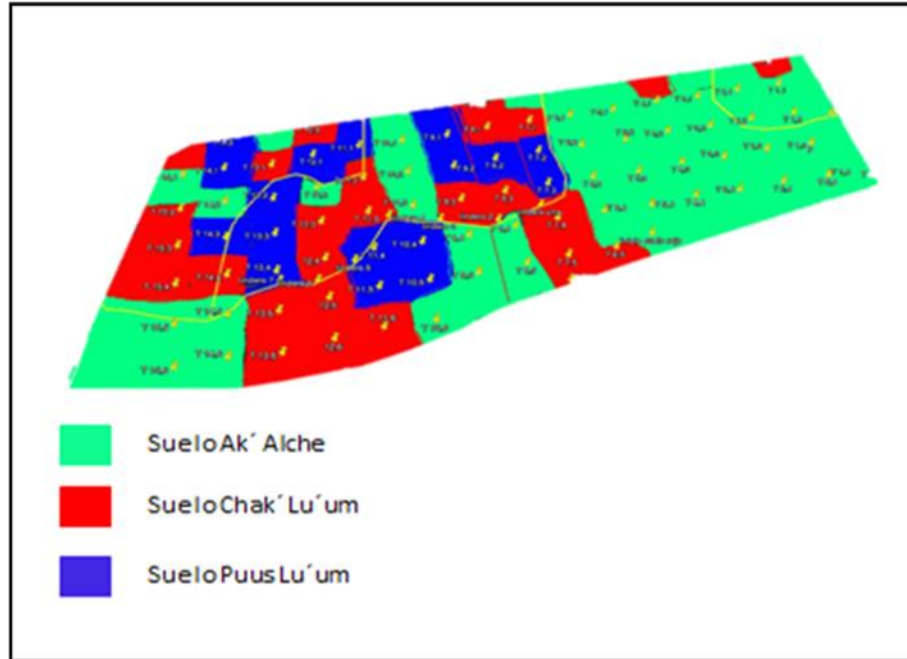



Figura 13. Mapa de la clasificación de los suelos según su homogeneidad.

6.2. Descripción de perfiles

Cuadro 2. Sitio 1. Transecto 9,1.

	<p>Tipo de suelo: Luvisol cálcico Ubicación: Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Ejido Juan Sarabia Coordenadas geográficas: N 18°31'34.75", O 88°29'25.04" Fecha de muestreo: 05 de septiembre 2015 Recolectores: Wendy Olayne Yam Balam, Lisle Elena Canul Sosa Posición geográfica: Plana Clima: Cálido sub-húmedo con lluvias en verano Topografía: plano (no tiene pendiente) Drenaje: Bien drenado Vegetación: Guamil Fauna: Venado, tigre, jabalí Descrito: Wendy Olayne Yam Balam y el profesor Víctor Eduardo casanova Villarreal Pedregosidad: Piedras con una separación unas a otras de 30 m, cubren 0.01 % del área Rocosidad: El área es cubierta con menos del 2-5 % de rocas Materia parental: Roca caliza</p>	
Horizonte	Profundidad	Descripción
A	0 a 29 cm	Color; 2.5 YR 3/3 (dark redish brown). Estructura; granular. Consistencia en húmedo; suave. Consistencia en mojado; pegajoso. Plasticidad; plástico. Textura; arcilloso. Carbonatos de Calcio; ligeramente efervescente. Materia Orgánica; media. pH; 7. Porosidad; pocos y pequeños. Raíces; poca, fina y gruesa. Incrustaciones; de caliza.
	< 30 cm	Roca caliza

Unidad: Molisol

Subunidad: Rendolls

Cuadro 3. Resultados de propiedades físicas de la muestra 39 (T 9,1)

Análisis Granulométrico

% arena	% limo	% arcilla	Clasificación
23.84	11.6848	64.4752	Arcilla

Cuadro 4. Resultados de propiedades fisicoquímicas de la muestra 39 (T 9,1)

Análisis de propiedades fisicoquímicas

D. A	Cap. De Campo	pmp	Hum. Aprox.	pH	C. E	M. O	Nt
g/cm ³	%	%	%		dsm ⁻¹	%	ppm
1.353	36.009	21.013	14.996	7.7	2.506	4.288	0.2144

P Olsen	K acetato	Ca	Mg
ppm	ppm	Me L	Me L
7.9	1315	46.648	10.9956

D. A= Densidad Aparente

Cap. Cam= Capacidad de Campo

Pmp= Punto de marchitez permanente

Hum. Apro= Humedad Aprovechable

CE= Conductividad Eléctrica

M. O= Materia Orgánica

NT= Nitrógeno Total

P= Fósforo

K= Potasio

Ca= Calcio

Mg= Magnesio

Cuadro 5. Sitio 2. Transecto 9,0.

	<p>Tipo de suelo: Luvisol cálcico</p> <p>Ubicación: Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Ejido Juan Sarabia</p> <p>Coordenadas geográficas: N 18°31'35.50", O 88°29'21.71"</p> <p>Fecha de muestreo: 14 de septiembre 2015</p> <p>Recolectores: Wendy Olayne Yam Balam, Lisle Elena Canul Sosa</p> <p>Posición geográfica: Plana</p> <p>Clima: Cálido sub-húmedo con lluvias en verano</p> <p>Topografía: plano (no tiene pendiente)</p> <p>Drenaje: Bien drenado</p> <p>Vegetación: Árboles perennes y Wamil</p> <p>Fauna: Venado, tigre, jabalí</p> <p>Descrito: Wendy Olayne Yam Balam y el profesor Víctor Eduardo Casanova Villarreal</p> <p>Pedregosidad: Piedras con una separación unas a otras de 30 m, cubren 0.01 % del área</p> <p>Rocosidad: El área es cubierta de 30-90 cm, 2-10% de rocas</p> <p>Materia parental: Roca caliza</p>
--	---

Horizonte	Profundidad	Descripción
A	0 a 25 cm	Color; 5 YR 3/3 (dark redish brown). Estructura; granular. Consistencia en húmedo; suave. Consistencia en mojado; muy pegajoso. Plasticidad; plástico. Textura; arcilloso. Carbonatos de Calcio; fuertemente efervescente. Materia Orgánica; alta. pH; 6. Porosidad; pocos y pequeños. Raíces; poca, fina y gruesa dentro del ped. Incrustaciones; de roca caliza.
	< 25 cm	Roca caliza

Unidad: Molisol

Subunidad: Rendolls

Cuadro 6. Resultados de propiedades físicas de la muestra 40 (T 9,0)

Análisis Granulométrico

% arena	% limo	% arcilla	Clasificación
24.44	12.16	63.4	Arcilla

Cuadro 7. Resultados de propiedades fisicoquímicas de la muestra 40 (T 9,0)

Análisis de propiedades fisicoquímicas

D. A	Cap. De Campo	pmp	Hum. Aprox.	pH	C. E	M. O	Nt
g/cm ³	%	%	%		ds ^m - ¹	%	ppm
1.315	35.584	20.746	14.838	7.8	2.12	4.3952	0.21976

P Olsen	K acetato	Ca	Mg
ppm	ppm	Me L	Me L
10.1	1200	43.316	9.996

D. A= Densidad Aparente

Cap. Cam= Capacidad de Campo

Pmp= Punto de marchitez permanente

Hum. Apro= Humedad Aprovechable

CE= Conductividad Eléctrica

M. O= Materia Orgánica

NT= Nitrógeno Total

P= Fosforo

K= Potasio

Ca= Calcio

Mg= Magnesio

Cuadro 8. Sitio 3. Transecto 12,0.

	<p>Tipo de suelo: Luvisol cálcico</p> <p>Ubicación: Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Ejido Juan Sarabia</p> <p>Coordenadas geográficas: N 18°31'44.74", O 88°29'24.10"</p> <p>Fecha de muestreo: 10 de septiembre 2015</p> <p>Recolectores: Wendy Olayne Yam Balam, Lisle Elena Canul Sosa</p> <p>Posición geográfica: Plana</p> <p>Clima: Cálido sub-húmedo con lluvias en verano</p> <p>Topografía: plano (no tiene pendiente)</p> <p>Drenaje: Bien drenado</p> <p>Vegetación: guamil, cocal</p> <p>Fauna: Venado, tigre, jabalí</p> <p>Descrito: Wendy Olayne Yam Balam y el profesor Víctor Eduardo Casanova Villarreal</p> <p>Pedregosidad: Piedras con una separación unas a otras de 3-30 m, cubren 0.01-1 % del área</p> <p>Rocosidad: Área cubierta con menos del 2-5% de rocas</p> <p>Materia parental: Roca caliza</p>
--	--

Horizonte	Profundidad	Descripción
A	0 a 18 cm	Color; 7.5 YR 2.5/3 (very dark brown). Estructura; granular. Consistencia en húmedo; suave. Consistencia en mojado; muy pegajoso. Plasticidad; plástico. Textura; arcilloso. Carbonatos de Calcio; ligeramente efervescente. Materia Orgánica; alta. pH; 6. Porosidad; pocos y pequeños. Raíces; muchas, fina dentro del poro. Incrustaciones; de roca caliza.
B	18 a 50	Color; 2.5 YR 3/4 (dark redish brown). Estructura; granular. Consistencia en húmedo; friable. Consistencia en mojado; pegajoso. Plasticidad; plástico. Textura; arcilloso. Carbonatos de Calcio; fuertemente efervescente. Materia Orgánica; alta. pH; 6. Porosidad; pocos y pequeños. Raíces; mucha, fina y mediana dentro del poro. Incrustaciones; de roca caliza.
	> 50 cm	Roca caliza

Unidad: Molisol

Subunidad: Rendolls

Cuadro 9. Resultados de propiedades físicas de la muestra 41 (T12, 0)

Análisis Granulométrico

% arena	% limo	% arcilla	Clasificación
22.6848	15.44	61.8752	Arcilla

Cuadro 10. Resultados de propiedades fisicoquímicas de la muestra 41 (T 12, 0)

Análisis de propiedades fisicoquímicas

D. A	Cap. De Campo	pmp	Hum. Aprox.	pH	C. E	M. O	Nt
g/cm ³	%	%	%		dsm ⁻¹	%	ppm
1.317	35.343	20.594	14.749	7.8	2.6266	8.645	0.432

P Olsen	K acetato	Ca	Mg
ppm	ppm	Me L	Me L
5	1415	50.9796	8.9964

D. A= Densidad Aparente

Cap. Cam= Capacidad de Campo

Pmp= Punto de marchitez permanente

Hum. Apro= Humedad Aprovechable

CE= Conductividad Eléctrica

M. O= Materia Orgánica

NT= Nitrógeno Total

P= Fósforo

K= Potasio

Ca= Calcio

Mg= Magnesio

Cuadro 11. Resultados de propiedades físicas de la muestra 42 (T12, 0)

Análisis Granulométrico

% arena	% limo	% arcilla	Clasificación
36.2624	7.0176	56.72	Arcilla

Cuadro 12. Resultados de propiedades fisicoquímicas de la muestra 42 (T 12, 0)

Análisis de propiedades fisicoquímicas

D. A	Cap. De Campo	pmp	Hum. Aprox.	pH	C. E	M. O	Nt
g/cm ³	%	%	%		dsm ⁻¹	%	ppm
1.619	31.816	18.378	13.438	7.5	1.3803	2.2512	0.11256

P Olsen	K acetato	Ca	Mg
ppm	ppm	Me L	Me L
	1480	41.65	14.994

D. A= Densidad Aparente

Cap. Cam= Capacidad de Campo

Pmp= Punto de marchitez permanente

Hum. Apro= Humedad Aprovechable

CE= Conductividad Eléctrica

M. O= Materia Orgánica

NT= Nitrógeno Total

P= Fósforo

K= Potasio

Ca= Calcio

Mg= Magnesio

La existencia de tres tipos de suelo identificados en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya, es el resultado de ciertos factores; tiempo, clima, roca madre, vegetación y relieve, siendo este el factor de formación, el cual influye en la diferenciación de los suelos generado una génesis disímil de cada una de ellas. En la figura 14, se puede apreciar la ubicación de cada uno de ellos, siendo el Pus lu'um el que se encuentra en la parte alta, siguiendo el Chak lu'um donde se aprecia la erosión y en la parte de abajo se encuentra el Ak' alche en donde se forma el gley debido a la acumulación del agua.

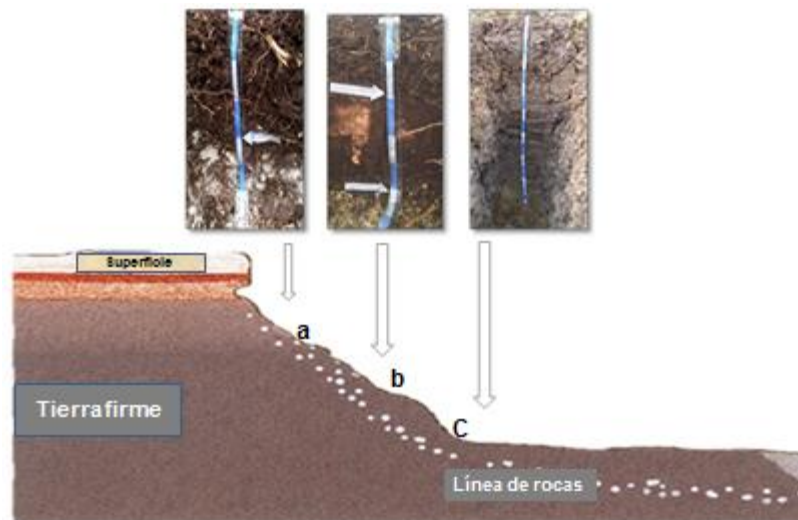


Figura 14. Localización de los suelos en el microrelieve. **a)** Pus lu'um (Café-oscuro); **b)** Chak lu'um (Café-rojizo); **c)** Ak' alche (Gris).

VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES

7.1. Nivel de impacto

La base del presente proyecto es el conocimiento, descripción y clasificación del tipo de suelo que se encuentra en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Una vez obtenidos los resultados se pueda hacer una propuesta racional en cuanto al uso y manejo del suelo en mención.

Una vez identificados los tipos de suelo por medio de los análisis, realizar visitas a los agricultores para que se les proporcione información y tengan el conocimiento del porque se efectúan los análisis físico-químicos de suelo y con ello se crean la cultura de realizarlos para el logro de productos de mejor calidad y mejorar su nivel de vida.

Que a través de la fotointerpretación se pueda observar los diferentes tipos de suelo presentes en el Instituto antes mencionado.

Crear un mapa interactivo al alcance de todos con el fin de que conozcan los tipos de suelo presentes en el Instituto.

7.2. Problemas a resolver

- Análisis menos costosos y más eficientes
- La falta de laboratorios u unidades móviles
- Dosificación de los fertilizantes en la aplicación de los cultivos
- Mejorar la calidad de los productos agrícolas

7.3. Limitantes

- Solo se cuenta con un laboratorio y una unidad móvil a nivel Estado, lo que dificulta que los agricultores interesados en realizar sus análisis de suelo tengan mayores costos económicos al momento de trasladarse hasta el lugar donde se ubica el laboratorio así como los costos de los análisis los cuales son un poco elevados ya que no todos los interesados cuentan con las facilidades económicas.

Y por ende al no realizar dichos análisis se desconoce el estado en el que se encuentra el suelo, y la mayoría de los agricultores siembran esperando buena cosecha y muchas veces se decepcionan al ver que los resultados no son lo que esperaban y dejan a un lado esta costumbre para evitar gastos innecesarios. Por lo que sería conveniente considerar su alto costo.

- El tiempo en que tarda la realización de los análisis en el laboratorio, por lo que se deben realizar todos los análisis que se puedan en el transcurso del día, y que estos se hagan de manera meticulosa para evitar desperdicio tanto de suelo como de los reactivos que se utilizan, esto con el fin de evitar que los agricultores que son de fuera no tengan muchos gastos al esperar varios días sus resultados.
- Los fenómenos naturales como la temporada de lluvias dificultaron el trabajo de muestreo.

VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

8.1. Genéricas

- En la materia de edafología aprendí a describir claramente un perfil de suelo, diferenciando los horizontes que lo conforman.
- También aprendí a realizar los muestreos de suelos así como a interpretar sus análisis con la finalidad de poder realizar su correcta clasificación desde el punto de vista agronómico.
- En la materia de taller de investigación 1 y 2 aprendí a desarrollar una investigación, así como a ordenar datos y buscar textos científicos, artículos y libros en páginas especiales. También aprendí la manera correcta de citar y referenciar a diversos autores

8.2. Específicas

En el transcurso de mis prácticas de residencia en el instituto, he aprendido muchas cosas interesantes que me ayudaran a fortalecer mi carrera y contribuirán en mis conocimientos y experiencia profesional. Rasgo que me facultara en un futuro no muy lejano a hacer recomendaciones de esta índole a personas que así lo decidan, como productores y agricultores dándoles así una recomendación de qué cultivo les favorece mejor a su estilo de producción lo cual dependerá del tipo de suelo con el que cuenten en su parcela o terreno.

- Aprendí a utilizar herramientas de campo como son picos, palas, machetes, barrenas
- Aprendí a realizar análisis de suelos: densidad aparente, pH, conductividad eléctrica., materia orgánica, calcio (Ca), calcio-magnesio (Ca+Mg), potasio (K), fósforo (P) y textura
- Aprendí a utilizar materiales y equipos de laboratorio como; balanza digital, estufas. flamómetro, espectrofotómetro, cristalería, potenciómetro, y malteadoras
- Aprendí a utilizar los reactivos para preparar sustancias químicas y determinar los análisis físicos-químicos.

En el tiempo que se dieron estas operaciones, también tuve que aprender el manejo, las normas y los protocolos del funcionamiento del laboratorio de suelo agua y planta del Instituto Tecnológico de la Zona Maya,

Los conocimientos nos ayudan a evitar daños causados por los reactivos que se utilizan, así como la cristalería que se emplea en la corrida de los análisis, es por eso que me fue de gran utilidad para mi carrera como ingeniera agrónoma haber realizado mis prácticas de servicio social y de residencia profesional, para poder concluir mi titulación.

IX. CONCLUSIONES

Una vez finalizados los análisis pertinentes se concluyó que los suelos Chak lu'um son suelos que contienen un alto índice de fertilidad, por lo que se propone un método para su manejo con el fin de evitar su deterioro.

El pH presente en el suelo Chak lu'um considerado alcalino, influye en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas, así como para las actividades de los microorganismos debido a que la concentración se encuentra entre los valores 7.4-8.3, por otra parte el contenido de arcilla obtenido según el triángulo textural facilita el laboreo, drenaje y fertilidad del suelo, por lo que se considera un suelo apto para obtener cultivos de calidad. Además de que la materia orgánica se considera extremadamente rica por la influencia de la vegetación presente en el área donde se ubicaron los puntos, los arboles producen mayor hojarasca y tienden a descomponerse rápidamente.

En cuanto a la conductividad eléctrica no existe efecto de la salinidad sobre el cultivo, es decir es escasa, por lo que los rendimientos de los cultivos más sensibles pueden ser restringidos. Con estos resultados se aprecia que el suelo chak lu'um es apto para cultivar.

X. RECOMENDACIONES (opcional)

Como a la clasificación de la USDA y FAO es muy amplia se sugiere se utilice la nomenclatura MAYA para la caracterización del suelo, por la región donde se encuentra ubicado.

Seguir explorando la potencialidad del suelo y ampliar los estudios de la relación suelo-vegetación y así poder dar un mejor manejo en cuanto a la clasificación.

Realizar un estudio más detallado de la microbiología del suelo y conjugarlo con el contenido químico de este.

Con base a los análisis que se realizaron, se recomienda realizar una difusión de los servicios que presta el laboratorio de suelo agua planta del Instituto, en los alrededores del plantel, por ser de gran importancia para la producción de productos agrícolas de la región y del municipio.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bautista, Z. F.; Rivas, S. H.; Duran de Bazúa, C., y Palacio, G. (1998). Caracterización y clasificación de suelos con fines productivos en Córdoba, Veracruz, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín*, 36. 21-33 p.
- Barbosa, O. A.; Bertani, L. A.; Fernández, F. R. H. y Mendoza, R.P. (2005). Análisis fisiográfico para el levantamiento pedológico semidetallado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 29(2): 191-198.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (2009). Guía para la descripción de los suelos. (4ª edición). Traducido por Vargas Rojas Ronald. (Proyecto FAO- SWALIM, Nairobi, Kenya- Universidad Mayor de San Simón, Bolivia). Roma. 111 p.
- López, D.; Morell, F.; Balmaseda, C. y Hernández, A. (2010). La Rosita. I. Características y distribución de los suelos. *Cultivos Tropicales*, 31(1): 41-47
- Porta, C. J; López, A. M. y Poch, C. R. M. (2014). *Edafología: Uso y protección de suelos*. (3ª edición). Madrid, España. Mundi-Prensa. 607 p.
- Rincón, H. A; Castro, E. H. y Gómez, I. M. (2008). Caracterización física de los suelos sulfatados ácidos del Distrito de Riego del Alto Chicamocha (Boyacá) y su aplicación al manejo. *Agronomía Colombiana* 26 (1): 134-145
- Rivera D. J. M. (1988). *Definiciones y Abreviaturas para Descripción de Suelos*. Área de pedología, departamento de suelos. Chapingo, México, D. F. 35 p.
- Rodríguez A. M.; Rubiano S. Y.; Silva B. J. L. y Rodrigues, S. C. (2010). La geología, geomorfología, pedología y uso de la tierra en las

Municipalidades de Puerto López (Colombia) y Uberlândia (Brasil).
Sociedade & Natureza, 22(2): 329-345

Sánchez, S.; Hernández, M. y Ruz, F. (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Pastos y Forrajes, 34(4): 375-392

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002). Norma Oficial Mexicana, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de los suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial. 2ª sección.

Storch de Gracia y Asencio, J. M. y García, M. T. (2004). Introducción a la edafología: origen, evolución, especies minerales, clasificación y reconocimiento de suelos. Villanueva de la Cañada, Madrid. Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2(1): 28 p.

Zavala, T. S. (2012). Guía a la redacción en el estilo APA. (6ª edición). Universidad Metropolitana (UMET).

XII. ANEXOS

DEFINICIONES Y ABREVIATURAS PARA DESCRIPCIONES DE SUELO										
DEPARTAMENTO DE SUELOS: ÁREA DE PEDOLOGIA										
POR: JORGE M. RIVERA DÍAZ										
Localización	Incluye la distancia aproximada del punto de referencia más cerca									
Vegetación nativa o cultivo	Bosque									
	Matorral									
	Perennes									
Clima	Precipitación media anual									
	Temperatura media anual									
	Promedio temperatura verano									
	Promedio temperatura invierno									
Materia Parental	Basalto									
	Materia aluvial									
Fisiografía	Terrazas altas									
	Abanico aluvial									
	Terreno montañoso									
Relieve	Cóncava									
	Convexa									
	Simple									
	Compleja									
Clase de pendiente	A	Bajo 0 (plano)								
		Alto 1-3 (casi plano)								
	B	Bajo 1-3 (suave)								
		Alto 5-8 (ondulado)								
	C	Bajo 5-8 (ligeramente alto)								
		Alto 10-16 (muy ondulado)								
	D	Bajo 10-16 (moderado)								
		Alto 20-30 (cerril)								
	E	Bajo 20-30 (pronunciada)								
		Alto 45-65 (muy pronunciad)								
F	Bajo									
	Alto									
G	Mayor a 75 (demasiado pronunciada)									
Elevación	Punto de referencia									
Aspecto	Dirección de la pendiente (N, S, E, O)									
Drenaje	A Muy pobremente drenado									

(características morfológicas que son afectadas por diferentes grados de aireación dentro del perfil).	B	Pobrementemente drenado																		
	C	Pobre. drenado ocasional																		
	D	Moderad. bien drenado																		
	E	Bien drenado																		
	F	Excesivo dren ocasional																		
	Drenaje	G	Excesivamente drenado																	
H		Drenaje alterado																		
I		Escorrentía																		
J		Terreno anegado																		
K		Drenaje superficial lento																		
L		Drenaje superficial medio																		
M		Drenaje superficial rápido																		
N		Drenaje superficie. Muy rápido																		
O		Manto freático																		
Humedad	Húmedo a ____%																			
	Mojado a ____%																			
Suelo salino (contenido de sales los suelos)	No salino 00 - 0.15																			
	Ligeramente salino 0.15 - 0.35																			
	Moderadamente salino 0.35-0.65																			
	Fuertemente salino < 0.65																			
Suelo alcalino (áreas con suficiente álcali)	No alcalino																			
	Moderadamente alcalino 5 - 35%																			
	Fuertemente alcalino < 35%																			
Pedregosidad (distancia de las piedras, % área ocupada de superficie)	0	más de 30 m, 0.01%																		
	1	3 - 30 m, 0.01 - 1 %																		
	2	1.5 - 3 m, 1 - 3 %																		
	3	0.75 cm - 1.5 m, 3 - 15 %																		
	4	0.75 cm, 15 - 90 %																		
	5	casi totalmente cubierta																		
Rocosidad (distancia de la exposición rocosa, % ocupado en el suelo)	0	2 % área cubierta																		
	1	30 - 90 m, 2 - 10 %																		
	2	10 - 30 m, 10 - 25 %																		
	3	3 - 10 m, 25 - 50 %																		
	4	3 m o menos, 50 - 90 %																		
	5	cubren más del 90 %																		
Erosión (clase de suelo erosionado por agua o viento)	A	Erosionado o ligeramente, -25% del horizonte A (15cm).																		
	B	Moderadamente erosionado, 25-75% del horizonte A (15cm).																		
	C	Severamente erosionado, 75% más de la																		

		superficie (15cm) y 25% del subsuelo.																	
	D	Muy severamente erosionado, toda la parte superior y 25-75% subsuelo.																	
Permeabilidad (Velocidad cm./h de penetración de una carga de agua)		Muy lenta: menos de 0.15																	
		Lenta: 00 - 18 - 0.5																	
		Moderadamente lenta: 0.5 - 1.5																	
		Moderada: 1.5 - 15																	
		Rápida: 5 - 15																	
		Muy rápida: mayor de 15																	
Profundidad del horizonte		Suelo mineral: cm de la superficie del horizonte.																	
		Suelo orgánico: cm de la superficie del perfil																	
Textura (proporciones relativas de arena, limo y arcilla)	1	Menos del 15%, no gravoso ni pedregoso.																	
	2	15-35%, franco con grava y franco pedregoso.																	
	3	Más del 35%, franco muy gravoso y franco muy pedregoso.																	
Color		COLORES MOTEADOS																	
	1	Donde 2 o más colores ocurren																	
	2	Donde un color es una fase																	
		ABUNDANCIA DE MOTAS																	
	1	Pocas 2%																	
	2	Comunes 2-20%																	
	3	Muchas 20% o más																	
		TAMANO																	
	1	Fino < 5 mm de diámetro																	
	2	Mediano de 5 a 15 mm de diámetro																	
	3	Grande > 15 mm de diámetro																	
		CONTRASTE																	
	1	Regular: Hue-Chroma matriz similar a Hue-Chroma motas																	
2	Distintivo: más de 1/4 de motas en Hue y 1 en Valué que los del suelo																		
3	Prominente: la matriz y motas difieren en 3 o más de Hue, Valué y Chroma.																		
Estructura		GRADO DE LA ESTRUCTURA																	
	1	masiva: no agregación																	
	2	Grano: simple																	
	3	Débil: el ped se disgrega fácilmente con los dedos																	
	4	Moderada: el ped no se disgrega fácilmente																	
Estructura	5	Fuerte: el ped es rígido no se disgrega con presión																	

(describe los agregados naturales del suelo "peds" en contraste con los terrones formados por la perturbación, fragmentos formados por la ruptura de los peds y concreciones formadas por concentración de compuestos que irreversiblemente cementan a granos del suelo)	TIPO DE LA ESTRUCTURA																				
	1	Granular: es esférica no tiene orden las caras																			
	2	Laminar: dimensiones verticales pequeñas																			
	3	Prismática: sin extremos redondeados																			
	4	Columna: con los extremos redondeados																			
	5	Bloques angulares: con sus tres dimensiones en el mismo orden																			
	6	Bloques subangulares: similar a la anterior pero con caras redondeadas																			
	TAMAÑO DE LA ESTRUCTURA																				
	1	Muy fina o delgada: 1 mm																			
	2	Fina o delgada: 1 - 2 mm																			
	3	Media: 2 - 5 mm																			
4	Gruesa: 5 - 10 mm																				
5	Muy gruesa: > 10																				
Consistencia (propiedad del suelo para adherirse o resistir la deformación o ruptura)	CONSISTENCIA EN SECO																				
	A	Suelto																			
	B	Suave: Fácilmente se desintegra a polvo o grano simple.																			
	C	Ligeramente duro: Se rompe fácil entre el pulgar y el índice.																			
	D	Duro: Se rompe sin dificultad con las manos, pero es difícil romperlo entre el pulgar y el índice.																			
	E	Muy duro. – Puede romperse con las manos, pero con cierta dificultad																			
	F	Extremadamente duro. – no puede romperse con las manos																			
	CONSISTENCIA EN HÚMEDO																				
	A	Suelto																			
	B	Suave: Fácilmente se desintegra																			
Consistencia	C	Friable: Se desintegra fácilmente con una presión suave entre el pulgar y el índice.																			
	D	Firme: Se rompe bajo presión entre el pulgar y el índice																			
	E	Muy Firme. Se rompe bajo fuerte presión entre el pulgar y el índice.																			
	F	Extremadamente firme. – Se rompe bajo muy fuerte presión																			
	CONSISTENCIA EN MOJADO																				
	A	No pegajoso: no se adhiere al retirar la presión de los dedos																			
	B	Pegajoso: Después de la presión, el suelo se adhiere a ambos dedos																			
	C	Muy pegajoso: Después de la presión, el suelo se adhiere fuertemente a los dedos																			

		PLASTICIDAD												
	A	No plástico: no se forma el rodillo												
	B	Ligeramente plástico: El rodillo se forma, pero la masa del suelo es fácilmente deformable.												
	C	Plástico: Se forma el rodillo con moderada presión												
	D	Muy plástico: Se forma rodillo con mucha presión												
Cementación (agregados del suelo que no se deforman bajo presión, son duros y algo quebradizos causados por agentes cementantes tales como Si, CaCO ₃ o Fe ₂ O ₃).	1	Débilmente cementado: La masa es quebradiza y dura, no se rompe con las manos.												
	2	Fuertemente cementado: La masa es quebradiza y dura, no se rompe con las manos.												
	3	Endurecido: Muy fuertemente cementado, no se ablanda, se rompe con martillo o cincel.												
Poros del suelo		NÚMEROS												
		Pocos:												
		Comunes:												
Poros del suelo		Muchos:												
		CONTINUIDAD												
		Continuos: son interrumpidos por algunas porciones del horizonte que no presentan poros.												
		Discontinuos: Los poros se encuentran en todas partes del horizonte.												
		FORMA												
		A Vesicular: esféricos o elípticos no son continuos.												
		B Irregular o intersticial: Irregular en la forma y unidos por superficies												
		C Tubular: aproximadamente cilíndricos												
		ORIENTACIÓN. (Solo para los poros tubulares)												
		A Verticales: poros orientados dentro de 45° en el eje vertical.												
		B Horizontales: poros orientados dentro de 45° en el eje horizontal.												
		C Al azar: ninguno de los poros horizontales o verticales predomina.												
		D Oblicuos: poros orientados cerca de los 45° entre el eje vertical y horizontal.												
	Localización de poros dentro de los peds, entre peds o en el material que se encuentra entre los peds.													
Raíces		NÚMEROS												

	1	Poco:														
	2	Comunes:														
	3	Muchos:														
		Localización de las raíces: se encuentran dentro del horizonte en relación a los rasgos morfológicos de este: ejemplo: raíces en los límites del horizonte, dentro de los poros, caras de los peds, etc.														
Revestimiento de arcilla		FRECUENCIA														
	A	Muy pocos menos del 5% de los peds, los poros contienen revestimiento														
	B	Pocos. Del 5 al 25% de las caras de los peds y/o poros contienen revestimientos.														
	C	Comunes – Del 25 al 50% de las caras de los peds y/o poros contienen revestimientos														
	D	Muchos. Del 50 al 90% de las caras de los peds y/o poros contienen revestimientos.														
	E	Continuos. 90% o más de las caras de los peds y/o poros contienen revestimientos.														
		GROSOR														
Esto es solo manchas de arcilla se observa.	A	Delgados. Los granos de arena muy fina se observan cubiertos aparentemente por los revestimientos														
Los coloides sirven de unión entre los materiales del suelo.	B	Moderadamente gruesos. Los granos de arena muy fina son cubiertos totalmente por los revestimientos. Las aristas de los revestimientos pueden verse agrietados con una lupa.														
Los coloides unen fuertemente a la masa del suelo y los poros finos y muy finos son prácticamente rellenos con los revestimientos.	C	Gruesos. Los revestimientos y sus aristas agrietadas pueden observarse a simple vista; ellos aparecen ser dado a que sobre cubren, los granos de cruza.														
		LOCALIZACION														
Es probable que solo cuando la estructura es de grado moderado o fuerte, los revestimientos de arcilla en las caras de los peds son evidentes.	A	Caras de los peds. Donde la estructura del suelo es débil o el suelo es sin estructura, las caras de los peds son casi indistinguibles.														
	B	En los poros tubulares o intersticiales														
	C	En los granos minerales														
pH del suelo	A	Extremadamente ácido pH menor de 4.5														
	B	Muy fuertemente ácido pH 4.5 – 5.														

	C	Fuertemente ácido pH 5.1 – 5.5																			
	D	Ácido pH 5.6 – 6.0																			
	E	Ligeramente ácido pH 6.1 – 6.5																			
	F	Neutro. pH 6.6 – 7.3																			
	G	Ligeramente alcalino. pH 7.4 – 7.8																			
	H	Moderadamente alcalino. pH 7.9 – 8.4																			
	I	Fuertemente alcalino. pH 8.5 – 9.0																			
	J	Muy fuertemente alcalino. pH mayor de 9.0																			
Carbonatos Indican la efervescencia con HCl 1 N. La siguiente notación indica el grado de la presencia de carbonatos	A	Ligeramente efervescente. Las burbujas son fácilmente observadas.																			
	B	Fuertemente efervescente. Las burbujas forman una ligera espuma																			
	C	Violentamente efervescente. Espuma muy abundante es producida.																			
Materia orgánica	1	Muy baja	0.5 %																		
	2	Baja %	5 – 1																		
	3	Moderadamente Baja	1 – 2 %																		
	4	Media %	2 - 4																		
	5	Alta %	> 4																		
Límite del horizonte Se describe en términos de distinción topografía		DISTINCION																			
	A	Abrupto. La transición es menor de 2.5cm.																			
	B	Claro. La transición tiene entre 2.5cm. y 6cm. de espesor																			
	C	Gradual. La transición tiene entre 6 y 12.5cm. de espesor																			
	D	Difusa. – La transición es mayor de 12.5cm. En espesor.																			
		TOPOGRAFIA																			
	A	Liso. El límite es paralelo a la superficie del suelo.																			
	B	Ondulado. Ondulaciones en la transición																			
	C	Irregular. Quebrado																			
	D	Trucado. Si partes del horizonte están desconectadas con otras partes.																			
Concreciones		ABUNDANCIA																			
	A	Pocas. – Menos del 2% de la superficie del horizonte tiene concreciones.																			
	B	Comunes. De 2 al 20% del área superficial																			
	C	Muchas. 20% del área superficial está cubierta por concreciones																			
		TAMANO																			
	A	Fina. Menos de 5mm. En diámetro																			
	B	Media. 5 – 15mm. En diámetro																			
	C	Grande. Más de 15mm. En diámetro																			
		FORMA																			

	A	Generalmente redondeadas o alargadas o de forma irregular.																		
		DISTRIBUCION																		
	A	Diseminado – Toda la masa del suelo contiene concreciones																		
	B	Segregaciones. Las concreciones se concentran en áreas																		
		COMPOSICIÓN																		
	A	Carbonatos: enérvese al HCl (1N)																		
	B	Sulfatos. No efervece al HCl, pero precipita con BaSO ₄ (utilizar agua destilada y en placa de porcelana hacer la reacción).																		
	C	Manganeso. Color café oscuro que se rompe entre los dedos y reacciona inmediatamente (efervece) con H ₂ O ₂ al 10%.																		
	D	Carbón. Se pulveriza fácilmente entre los dedos, el color es más oscuro (casi negro) que el manganeso y reacciona ligeramente con H ₂ O ₂ al 10%																		
	E	Fierro. Colores amarillo rojizo característico																		