

Taller de capacitación en interpretación de la información de suelos a nivel nacional y estatal, toma de muestras de suelo en campo e interpretación de resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo

Evento No. CGCRB/FIDA-PROFORCO/Evento-005/2016

Elaboró: Daniela Alejandra Díaz García/Especialista
en Seguimiento y Evaluación de Política
Pública/Coordinación Regional Chiapas y Tabasco

San Cristóbal de las Casas, Chiapas

27 de mayo de 2016

Introducción

El presente documento relata las actividades realizadas en el Taller de capacitación en interpretación de la información de suelos a nivel nacional y estatal, toma de muestras de suelo en campo e interpretación de resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo, el cuál fue realizado en el marco del convenio de Donación de Gran Cuantía Número 1-R-1303-NAFIN celebrado entre el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y Nacional Financiera, S.N.C., en su carácter de Fiduciaria del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad (FONDO), con la intervención de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), para desarrollar el Proyecto denominado "Programa para fortalecer la gestión comunitaria en apoyo de la estrategia REDD+ en Mesoamérica (PROFORCO)".

Los objetivos de PROFORCO son el fortalecer la capacidad de gestión y organización a través de asistencia técnica, experimentación y capacitación, de las comunidades pertenecientes a la población-objetivo, compuesta por ejidos (explotaciones comunales) y comunidades predominantemente indígenas, en el Área del Proyecto (cinco estados del sur de México: Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo y Yucatán; y en territorios indígenas en Guatemala y Panamá). Asimismo, se propone establecer espacios para el diálogo entre autoridades nacionales, locales o indígenas para alinear y fortalecer las políticas y programas para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación y compartir el conocimiento adquirido en la región Mesoamericana (numerales 1.1, 1.2 y 1.3 del Convenio de Donación).

En línea con los anteriores, el taller fue dirigido a técnicos especialistas, cuyos servicios profesionales se desarrollan en las áreas de los corredores biológicos de Chiapas y Tabasco, en la región Cuenca del Río Usumacinta, en donde trabajan en el fomento de prácticas productivas para el uso eficiente de la tierra, con la meta de mejorar el rendimiento productivo de forma sustentable como estrategia para detener los procesos de deforestación y degradación forestal y mejorar las condiciones de vida de la población local.

El objetivo de este taller es fortalecer las capacidades técnicas de estos profesionistas y sus habilidades en la toma de muestras de suelo en campo y la interpretación de análisis de laboratorio, con la finalidad de definir esquemas de fertilización basadas en conocimiento puntual de las parcelas que atienden.

La importancia del conocimiento de la composición química y física del suelo en un cultivo es señalada por diversos autores en la literatura como un paso fundamental para el establecimiento de un cultivo, ya que de ello depende su buen crecimiento y rendimiento.

Las condiciones químicas y físicas determinan la fertilidad del suelo, propiedad que se define como “la capacidad que posee el suelo de proporcionar a los vegetales los nutrientes necesarios para su desarrollo en forma equilibrada”. Las condiciones químicas están determinadas por el tipo de materiales y nutrientes que lo componen, éstos deben estar presentes en la **forma** y cantidad adecuada que requieren las plantas.

Por tal motivo, es indispensable conocer esta composición, la cual se determina con un buen análisis. Para ello, hay tres momentos clave: 1) un muestreo adecuado que sea representativo de las condiciones presentes en las parcelas estudiadas, 2) la solicitud de los determinantes químicos y físicos que han de requerirse por parte de un laboratorio especializado, y 3) la interpretación de los análisis, los cuáles se encuentran en función del tipo de cultivo que se desarrolla y sus demandas energéticas.

Este taller abarca estrategias de fortalecimiento en estos tres puntos y se aborda como a continuación se explica.

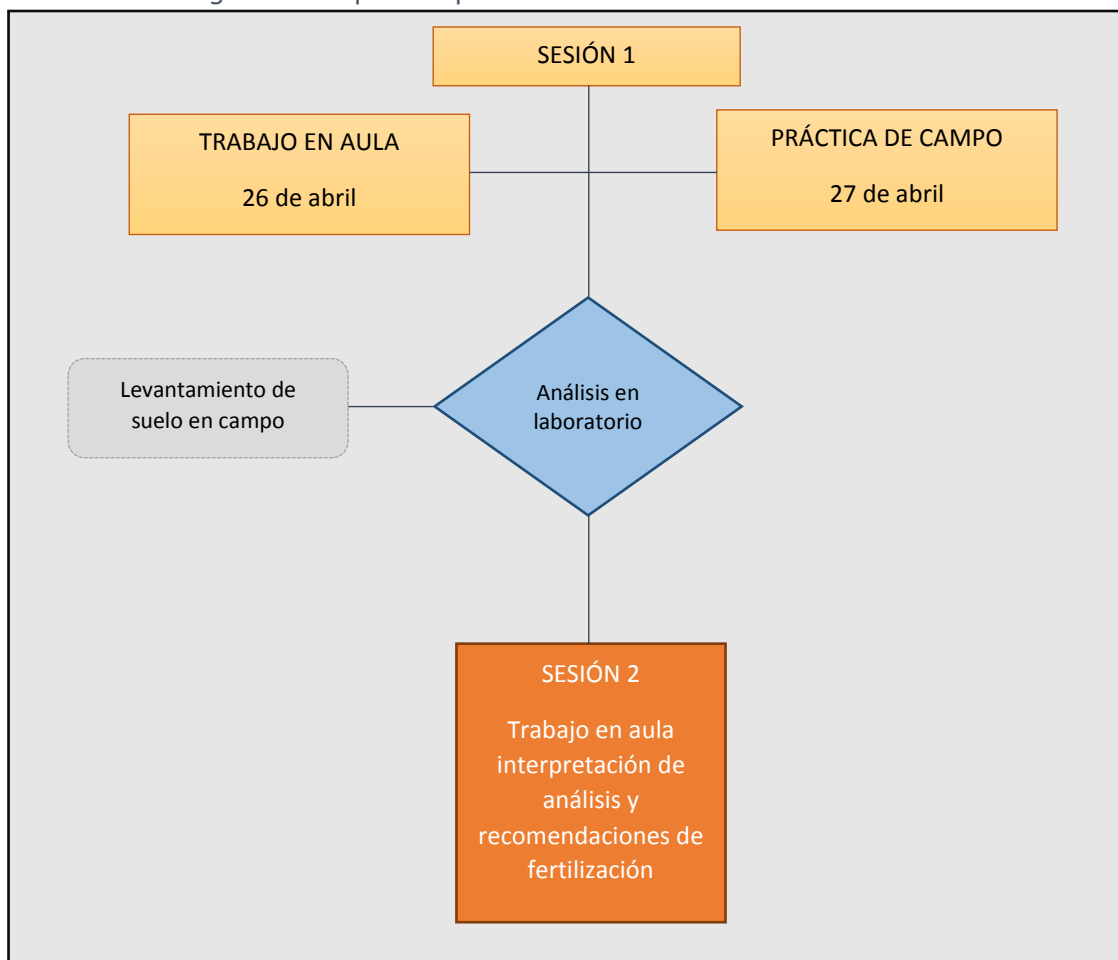
Metodología

El taller fue impartido por el Dr. Armando Rodríguez Quiroz, quien cuenta con un poco más de 25 años de experiencia en la asesoría y coordinación de proyectos en el área agropecuaria y forestal, participando en las filas de instituciones de reconocido prestigio, su perfil y experiencia profesional lo ubican como un experto en la conservación de suelos, manejo y ordenación de cuencas, mitigación y adaptación al cambio climático, nutrición vegetal, recuperación de suelos ácidos y salinos, captación de agua de lluvia, conservación y recuperación de masas forestales y producción de diversos cultivos.

Con base en las recomendaciones del experto contratado, se consideró que el taller fuera dividido en dos sesiones, una de tipo teórica-práctica, en la cual se llevó a cabo un ejercicio de levantamiento de muestras de suelo cerca del sitio donde se llevaría a cabo la sesión en aula; y otra en un segundo momento, la cual se desarrollaría tomando como insumos

los resultados de análisis de laboratorio de parcelas trabajadas por los participantes.

Figura 1. Esquema que describe la estructura del taller



Es importante mencionar que el presente documento describe únicamente las actividades que comprende el taller en sus sesiones 1 y 2, las cuales fueron financiadas por el evento CGCRB/FIDA-PROFORCO/Evento-005/2016. En el caso del levantamiento de suelo en campo y de análisis de laboratorio, son procesos paralelos e independientes al mismo. En el primer caso, la toma de muestras de suelo derivó de los acuerdos de la primera sesión, ante el interés de contar con información de suelos de las parcelas de los productores con los que se trabaja, esta actividad fue enteramente financiada por las Agencias de Desarrollo Sustentable en la que se adscribe cada uno de los técnicos que participaron en este taller, y en su caso, de los productores propietarios de las parcelas analizadas (gastos en toma de muestra, envío de muestras a laboratorio). En el segundo caso, el análisis de laboratorio, fue realizado en el marco del contrato

CGCRB/FIDA-PROFORCO/026/2016 firmado entre CONABIO y El Colegio de la Frontera Sur, institución que posee las instalaciones para dicha actividad en la región.

Volviendo al tema que ocupa el presente informe, las sesiones en aula se llevaron a cabo en la ciudad de San Cristóbal de las Casas Chiapas, mientras que la práctica de campo se llevó a cabo a 33 kilómetros de esta ciudad, en diferentes parcelas del municipio de Teopisca.

La primera sesión en aula se llevó a cabo los días 26 y 27 de abril de acuerdo a la siguiente agenda:

Cuadro 1. Agenda de la sesión 1 del taller

ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESPONSABLE	HORARIO
DÍA 1			
Registro, Bienvenida/Presentación de objetivos del taller	Presentar los objetivos del taller y lo que se espera obtener del mismo. Presentación de los asistentes	CRChyT	9:00-9:20 hrs.
Presentación del facilitador	Exponer la currícula y la experiencia del facilitador en el muestreo de suelos, en la interpretación de análisis, en la generación de recomendaciones de fertilización y en el diagnóstico de la fertilidad de suelos	CRChyT	9:20-9:30 hrs.
Introducción: Los suelos y su fertilidad	Exposición de las principales unidades de suelo y su fertilidad	Armando Rodríguez	9:30-10:30 hrs.
Nutrimiento y su función en el crecimiento y desarrollo de los cultivos	Exposición de los 16 elementos nutritivos y su función en la planta así como síntomas de deficiencia.	Armando Rodríguez	10:30-12:00 hrs.
Coffe Break			12::00-12:30
Técnicas de muestreo de suelo	Exposición de las principales técnicas para la obtención de muestras representativas en los predios a muestrear	Armando Rodríguez	12:30-13:30 hrs.
Parámetros que deben determinarse en laboratorio para conocer la fertilidad del suelo	Explicar cada uno de los parámetros que deben solicitarse al laboratorio para conocer el nivel de fertilidad del suelo y poder establecer las necesidades de fertilización.	Armando Rodríguez	13:30-14:00 hrs.
COMIDA			14:00-15:00 hrs
Parámetros que deben determinarse en laboratorio para conocer la fertilidad del suelo	Explicar cada uno de los parámetros que deben solicitarse al laboratorio para conocer el nivel de fertilidad del suelo y poder establecer las necesidades de fertilización.	Armando Rodríguez	15:00-16:00 hrs.

Interpretación de resultados de los análisis de laboratorio	Explicar que significan las unidades reportadas en cada parámetro del análisis de suelo	Armando Rodríguez	16:00-17:00 hrs.
Generación de dosis de fertilización con base en los resultados de laboratorio de las muestras de suelo	Explicar con base en la oferta del suelo y con la demanda del cultivo, la necesidad o exceso de nutrimentos y como se corrige esto con fertilizantes u otras enmiendas, estableciendo dosis para el cultivo	Armando Rodríguez	17:00-18:30 hrs.
Comentarios y dudas		Todos	18:30-19:00 hrs.

ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESPONSABLE	HORARIO
DÍA 2			
Registro		Todos	9:00-9:15 hrs.
Preguntas, dudas y comentarios respecto a lo presentado el día anterior		Armando Rodríguez	9:15-9:30 hrs.
Traslado a un predio, muestrear el predio, obtener muestras compuestas y representativas para enviar a laboratorio.	Se exponen las principales características fisiográficas del terreno y se establecen áreas homogéneas para el muestreo, que tengan la mejor representatividad del predio y se obtienen las muestras.	Armando Rodríguez	9:30-12:30 hrs.
Manejo e identificación de muestras	Ejemplos de las estrategias para el manejo correcto de la muestra y su identificación precisa		12:30-13:30 hrs.
Regreso			13:30-14:00 hrs.
Comida			14:00-15:00 hrs.
Comentarios Generales, dudas, y preguntas	Retomar los temas expuestos y el trabajo de campo para asegurar que todo este claramente comprendido y puedan realizarse los muestreos y las interpretaciones adecuadamente	Armando Rodríguez	15:00-17:00 hrs.

La segunda sesión se llevó a cabo el día 27 de mayo, de acuerdo a la siguiente agenda:

ACTIVIDAD	OBJETIVO	RESPONSABLE	HORARIO
DÍA 1			
Registro, Bienvenida/Presentación de objetivos del taller	Presentar los objetivos del taller y lo que se espera obtener del mismo. Presentación de los asistentes	CRChyT	9:00-9:20 hrs.
Presentación del facilitador	Exponer la currícula y la experiencia del facilitador en la interpretación de análisis, en la generación de recomendaciones de fertilización y en el diagnóstico de la fertilidad de suelos	CRChyT	9:20-9:30 hrs.
Introducción: Los análisis de suelos y su importancia	Exposición de la importancia de los análisis de suelos para conocer la	Armando Rodríguez	9:30-10:30 hrs.

	fertilidad del suelo y en la nutrición de los cultivos		
Parámetros básicos de los análisis, tablas comparativas y valores máximos	Exposición de los parámetros máximos y mínimos que deben esperarse en un análisis, su comparativo con tablas y la interpretación con base en el peso de suelo en una hectárea y las dosis recomendadas.	Armando Rodríguez	10:30-12:00 hrs.
Coffe Break			12:00-12:30
Interpretación de los análisis obtenidos de las muestras de suelo de los potreros atendidos por los técnicos	Tomar los resultados de los análisis de suelo que entregue el laboratorio, interpretarlos y generar las dosis de recomendación para cada uno de los análisis	Armando Rodríguez	12:30-14:00 hrs.
COMIDA			14:00-15:00 hrs
Interpretación de los análisis obtenidos de las muestras de suelo de los potreros atendidos por los técnicos	Tomar los resultados de los análisis de suelo que entregue el laboratorio, interpretarlos y generar las dosis de recomendación para cada uno de los análisis	Armando Rodríguez	15:00-18:00 hrs.

Como nota aclaratoria es importante mencionar que esta segunda sesión se lleva a cabo utilizando como insumo, los resultados de análisis de muestras de suelo de sistemas silvopastoriles obtenidas en el año 2013, toda vez que las muestras obtenidas por los participantes de este taller en el periodo del 27 de abril al 10 de mayo no fueron procesadas, debido a cambios administrativos de El Colegio de la Frontera Sur que atrasaron la contratación del laboratorio elegido para realizar dicha actividad.

Resultados obtenidos

- 12 técnicos de las distintas microrregiones atendidas por la Coordinación Regional de Corredores Biológicos en los Estados de Chiapas y Tabasco, cuentan con conocimientos para la toma de muestras representativas de suelo en campo.
- 12 técnicos de las distintas microrregiones atendidas por la Coordinación Regional de Corredores Biológicos en los Estados de Chiapas y Tabasco, cuentan con los elementos necesarios para interpretar análisis de suelo, así como a implementar esquemas de fertilización basadas en la deficiencia de nutrientes en suelo.

Desarrollo del evento

Sesión 1. Día 1 (26 de abril)¹

La sesión 1 del taller se llevó a cabo en las instalaciones del hotel Rincón del Arco en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, siguiendo la orden del día.

Durante esta sesión, el facilitador expuso los temas:

- 1) Los suelos y su fertilidad;
- 2) Elementos nutritivos y su función;
- 3) Muestreo de suelos;
- 4) Interpretación de análisis
- 5) Fertilizantes químicos, y
- 6) Manejo de fertilización

Algunos de los conceptos discutidos durante esta sesión fueron:

- El objetivo final de un análisis de suelo es saber qué cantidad de fertilizante puedo estar aplicando para cada tipo de cultivo.
- Los macroelementos requeridos por las plantas son Fósforo, Nitrógeno, Calcio, Magnesio, Potasio porque las plantas los requieren en mayores cantidades. Los cultivos se nutren con estos macroelementos vía edáfica (suelo).
- Los microelementos requeridos por las plantas son hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno, son elementos requeridos en menores cantidades por la planta, en este caso, sí se pueden complementar por vía foliar, ya que se requieren en menores cantidades.

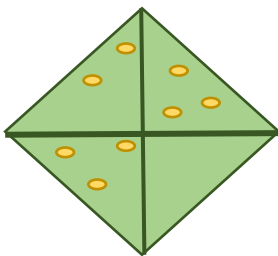
¹ Se presentan fotos de la sesión en anexo 1

- En los suelos no siempre se encuentran deficiencias, también pueden encontrarse elementos en mayor cantidad de los que requiere la planta, a lo que se le conoce como toxicidad.

También fueron analizados algunos de los macro y micronutrientes, y los signos y síntomas presentes en las plantas ante la deficiencia de alguno de ellos:

- Magnesio, función: se encuentra como molécula elemental de la clorofila por lo que su función para la fotosíntesis es elemental. Las deficiencias de magnesio (Mg) se identifican como una V invertida cerca del peciolo.
- Zinc, las deficiencias se identifican con amarillamiento intervenal, a diferencia de las deficiencias de hierro, es que el tamaño de la hoja se reduce a un tercio o más del tamaño normal de la hoja, y las áreas de crecimiento de tallo también se reducen.
- Boro, las deficiencias se manifiestan en los frutos, se ponen secos, condición conocida como "corchosis".

Una forma para identificar una deficiencia de elementos en la planta, es tomando una hoja de la planta, dividirla simétricamente como un eje cartesiano e identificar en cuál de los ejes se presenta el problema:



Una deficiencia de nutrientes se observa en todos o en gran parte de los cuadrantes de la hoja, en el caso de plaga o enfermedades la afectación es azarosa, a menos que la enfermedad haya afectado de manera grave a la planta. En este último caso hay que descartar deficiencia de nutrientes mediante un análisis.

Así mismo, durante las presentaciones del facilitador, se comentaron algunos procesos de remediación, por ejemplo:

- Es muy frecuente que los suelos del sur del país tengan grandes cantidades de Hierro (Fe^{+++}), y Aluminio. Cuando se tienen altas cantidades de aluminio soluble en el suelo, una estrategia de remediación es la aplicación de cal.

Los fosfatos de hierro son elementos insolubles, haciendo que no haya disponibilidad de hierro ni de fósforo.

Cuando una planta tiene estrés nutrimental serio, y aplicamos cantidades mayores de fertilizantes, ocurre un efecto viets, que se refiere a que el fertilizante provoca un efecto adverso en la planta,

quitando más nutrientes de los que pueden proporcionar y eventualmente deteriora la salud de la planta. Las fertilizaciones únicas no son buenas, entre más se fraccionen las prácticas de fertilización, la planta va absorbiendo lentamente esos nutrientes, sin embargo, en el caso de fósforo y potasio, sí es recomendable aplicar toda la dosis al momento del cultivo, ya que son elementos inmóviles en el suelo y no se diluyen con la aplicación de riego.

Desarrollo de la plática "Los Suelos y su fertilidad"

La última evaluación de suelos del país indica problemas graves de fertilidad de suelos debido al mal manejo hecho sobre los suelos en monocultivos (maíz, en zonas tropicales caña). Más del 80% de los suelos se encuentran en déficit de nutrición.

Al aplicar fertilizantes parte de ello se lixivia, los nitrogenados parte se van a la atmósfera, y lo que se queda en el cultivo son sales que contienen los fertilizantes comerciales.

La labranza cero disminuye los efectos de la lluvia sobre el suelo,

Las unidades de suelo se refieren a vertisol, humisol, dependen del tipo de roca que le da origen, para que exista un perfil de suelos, depende del grado de desarrollo de los suelos, que está dependiendo de las condiciones ecofisiológicas. Todas las raíces generan ácidos húmicos y fúlvicos (ácidos débiles) degradan la roca y aceleran los procesos de formación de suelos. El suelo es una capa delgada de 20 cm en la mayoría de los casos, porque es donde se desarrollan la mayor parte de las raíces. La mayor parte de la absorción, movilidad se da a esa profundidad.

Hay 5 factores de formación del suelo: tiempo, clima, materia orgánica, minerales y relieve. Como se acelera la formación de suelos? Por la interacción de estos factores.

Los procesos de formación de suelos son muy lentos en sí, un centímetro de suelos formado en esas condiciones se forma en 80 años. Ahora hay otras formas de recuperar el suelo, ejemplo en zonas donde queda expuesto el tepetate, lo que hay que hacer es roturar el tepetate con maquinaria, y aplicar estiércol fresco (aunque al aplicar estiércol fresco al suelo incrementa la temperatura por un proceso de anaerobiosis porque el estiércol fresco está saturado de humedad, después de la pérdida de humedad, se madura el estiércol la microbiota aparece y se acelera la descomposición de la roca madre).

Horizontes de suelo: no en todos los suelos se da el horizonte b, la característica es que en época de secas se agrieta y en época de lluvias se

esponja formando microrelieves (como en los de tipo vertisoles), son capas endurecidas

Fertilidad: es la capacidad del suelo de proporcionar todos los nutrimentos que el cultivo requiere para su desarrollo. Comprende características físicas y químicas que permitan el crecimiento de las raíces. Textura, estructura, porosidad, densidad, si cualquiera de estas características se ve afectada influye en la fertilidad.

Los suelos ácidos del sureste mexicano provocan lixiviación, y aparecen elementos como aluminio que provocan toxicidad en las plantas, antagonismo con otros elementos (ejemplo con el fosforo forman fosfatos de aluminio que se solidifican y en la lluvia se lixivian y la planta ya no asimila el fosforo).

El sodio provoca defloculación y saturación de agua. Recomendación cuidado con los hidrogeles, que tienen la misma calidad del sodio porque retienen el agua pero luego no la sueltan lo que provocará retención de agua y no permitirá la germinación de las semillas. Deben estar los nutrientes en forma y cantidad que requieren las plantas. La mayor disponibilidad de nutrimentos se encuentra en ph neutros en rangos de 6.4 a 7.4 de pH.

Secuencia de diagnóstico de fertilidad. Hay casos en lo que es incosteable mejorar el suelo.

Problemas químicos, se pueden presentar sinergismos o antagonismos de los minerales en el suelo.

Tener cuidado, cuando la planta tiene un déficit grande de nutrimentos hay que aplicar dosis adecuadas de fertilizantes de lo contrario sucede el efecto viets que provoca la muerte de la planta.

Baja retención hídrica: en suelo arenoso, aplicar rastrojo o enmiendas orgánicas que permiten la retención de agua.

Los excesos también son malos, en un exceso de hierro los bordes de las hojas se comienzan a quemar, e impide la entrada de Zinc y Cu (antagonismo). Cuando hay deficiencias en el cultivo se observan colores amarillentos, y un exceso un color verde oscuro casi tendiendo a negro.

Cuando se mueve el suelo en condiciones de saturación sucede desnitrificación acelerada. Los suelos jamás deben moverse cuando estén saturados. Cuando tengo exceso de nitrógeno aparecen plagas o enfermedades. El nitrógeno forma en los tejidos aminoácidos, proteínas.

La teoría de suelos dice que en suelos ácidos no habría deficiencia de zinc. Esto ocurría por el exceso de hierro que generó antagonismos con el zinc. Las deficiencias de macronutrientes se solventan adicionando fertilizantes al suelo no foliares. Las deficiencias de micronutrientes se pueden solventar con aplicaciones foliares.

Un exceso de nitratos en los alimentos genera cáncer. En niños hay una enfermedad conocida como enfermedad azul, por los niveles de nitrógeno en la sangre.

Potasio es un hidratante por excelencia, además sirve de cierre y apertura de estomas.

El eje central de las moléculas de clorofila es el magnesio.

El azufre forma parte de los aminoácidos.

El zinc impacta en el triptófano de la célula, lo que impacta en el crecimiento, y en el ácido idoloacético y fibrelíco que regulan la división celular.

Deficiencias de hierro y nitrógeno, la diferencia está en las venas en nitrógeno se amarillean por completo, en el hierro solo la vena radical, en el hierro las hojas quedan.

Cuando el clima es mucho sol, humedad alta, el estoma se mantiene abierto para enfriarse y eliminar humedad,

En cítricos la deficiencia de magnesio se observan hojas con v invertida, arriba clorosis y abajo verde intenso.

Sesión 1. Día 2 (27 de abril)

El segundo día del taller, los participantes al mismo se reunieron en el Hotel Rincón del Arco, siendo éste el punto de encuentro para concentrarnos y partir a la cabecera municipal de Teopisca, lugar en el que se desarrollaría la práctica de campo. La visita a estas parcelas fue facilitada gracias a los colegas de la Secretaría de Desarrollo Social, que colaboran en el Proyecto de Territorios Productivos.

Se visitó en la cabecera municipal, dos parcelas de maíz y de plátano y un invernadero, y a 5 Km de la cabecera, la parcela "Los Limones".



Durante el recorrido en el invernadero se observaron algunos signos de las plantas de tomate que pueden estar asociados a deficiencias de magnesio, como es el caso de la coloración amarillenta entre las venas de la hoja. También se identificaron excesos de sal, observados en el suelo, así como la presencia de mosquita blanca en el cultivo, y



marchitamiento de las hojas.



Al observar estas condiciones, tal ^{Probable deficiencia de Mg. Arriba} Amarillamiento ^{intervenial. Abajo:} cipante
 Exceso de sal en suelo [↑]partieron reco ^{marchitamiento} ización
 que están utilizando las productoras en el cultivo, así como una receta
 local para el tratamiento de la presencia de la mosquita blanca.

Un elemento importante para la toma de muestras de suelo en la parcela es el recorrido por la misma, para identificar los diferentes tipos de suelo presentes, de manera que las muestras compuestas correspondan a cada tipo de suelo observado. De esta manera se visitaron tres parcelas, dos que corresponden a cultivo de maíz, y una al cultivo de limón.



Izquierda: observación de la textura de suelo. Derecha: toma de submuestra 1.



Izquierda: Toma de submuestra.
Centro: Mezclado de submuestras.
Derecha: Embolsado de muestra representativa.



Recorrido de parcela 2 para la identificación de tipos de suelo presentes.

Sesión II. (26 de mayo)

Previo al inicio de la sesión de acuerdo a la agenda presentada en párrafos anteriores. Los participantes al taller compartieron su experiencia en la toma de muestras de suelo que realizaron en el periodo 28 de abril a 12 de mayo.

Abelino Flores, que muestreó en la zona de Frontera Corozal, hizo el ejercicio previo en el que cada productor dibujó su parcela y colindancias, instruyó a los jóvenes que se encargarían de realizar las muestreas, y en conjunto recorrieron cada parcela tomando los puntos en donde fueron tomadas cada submuestras.



Abelino Flores, mostrando los dibujos parcelarios de los productores y transmitiendo el conocimiento del taller a jóvenes de Frontera Corozal.

Por su parte, la experiencia de la toma de muestras del participante Roxel Velasco, además de comentar con los productores la distribución de los diferentes suelos en la parcela, fue que en su caso, las condiciones compactas del suelo fueron tan severas, que dificultaron la toma de muestras.

Al finalizar esta ronda de participación, se procedió a utilizar los parámetros de suelos de parcelas silvopastoriles, obtenidas en ejercicios anteriores por técnicos de las Agencias de Desarrollo Sustentable (Anexo 2), y con ello, se procedió a realizar algunos ejercicios.

EJERCICIO ANÁLISIS DE SUELOS

Ejercicio 1. Se trabajará con la muestra MT-003 que corresponde a una parcela agroecológica de la localidad Nuevo Rodulfo en Maravilla Tenejapa.

Paso 1. Registrar los datos de laboratorio para la muestra a revisar y Comparar los niveles de nutrientes de la muestra analizada con la tabla de interpretación.

PARAMETROS DE LA MUESTRA MT 3	PARÁMETROS TABLA DE INTERPRETACIÓN²
P disponible: 2.30 (mg/kg)	Muy bajo
M.O: 4.47%	
pH: 7.04	Neutro
N Total: 0.25	Nitrógeno inorgánico*
K disponible: 129.8 (mg/Kg)	Bajo
Ca disponible: 128 (mg/Kg)	Muy bajo
Textura: Franco arcilloso	
Densidad aparente: 1.17 (gr/mL)	
Cu: 1.45 (mg/Kg)	Alto
Fe: 126.8 (mg/Kg)	Muy Alto* (revisar parámetro)
Mn: 38.28 (mg/Kg)	Alto
Zn: 1.22 (mg/Kg)	Moderadamente bajo

Esta prueba rápida indica si existieran resultados "raros" del laboratorio.

Paso 2: Calcular el peso de suelo por hectárea de terreno

Se utiliza el parámetro de densidad aparente.

² Insumo que se encuentra en la carpeta "curso" del CD

Densidad aparente: $1.17 \text{ (g/ml)} = 1.17 \text{ g/cm}^3$

El suelo fue muestreado a 20 cm de profundidad = 0.2 m

Unidad de superficie a considerar: 1 hectárea = $10,000 \text{ m}^2$

El peso de suelo se calcula: superficie de profundidad a la que se muestreó X superficie mínima de terreno X densidad aparente

$$(0.2 \text{ m}) \times (10,000 \text{ m}^2) \times (1.17 \text{ g/cm}^3) \times (0.001 \text{ Kg/g}) \times (1/0.000001 \text{ cm}^3/\text{m}^3) = 2'340,000 \text{ Kg} = 2,340 \text{ Ton,}$$

*Si no pedimos densidad aparente en el análisis de suelo, está una tabla de textura universal, que indica la densidad de suelo.

Con ello se obtiene el parámetro a comparar cada uno de los nutrientes con la cantidad de suelo que tenemos por hectárea.

Paso 3: Calcular contenidos de nutrientes presentes en el suelo

a) Calculando con Nitrógeno Inorgánico (tomado como otro valor distinto a MT3):

Ninorgánico = $9.6 \text{ mg/Kg} = 0.0000096 \text{ Kg}$ de nitrógeno por cada kilogramo de suelo. Entonces en el suelo que tenemos hay:

$$(0.0000096 \text{ Kg Ninorgánico/1 Kg de suelo}) \times (2'340,000 \text{ Kg}) = 22.464 \text{ Kg Ninorgánico}$$

Se compara cual es el requerimiento de nitrógeno con el cultivo que se esté trabajando, en este caso se utilizó como referente el pasto pangola que requiere de 335 Kg de nitrógeno inorgánico para producir 30 ton/ha (rendimiento óptimo para esta especie)³. Por lo tanto si este suelo, tuviera como cultivo pasto, se requerirían

$$335 \text{ Kg Ninorgánico} - 22.464 \text{ Kg Ninorgánico} = 312.5 \text{ Kg Ninorgánico}$$

Ejercicio de dosis de fertilizantes:

Planteamiento: Un suelo nos proporciona 46 Kg de Nitrógeno, 28 Kg de Fósforo y 16 Kg de Potasio, qué cantidad de fertilizantes requiero para un cultivo de maíz? Los fertilizantes a aplicar son: DAP = 18-46-00; Cloruro de potasio = 0-0-60; Sulfato de amonio = 20.5-00-00

Solución: El maíz requiere 298 Kg de nitrógeno; 128 de fósforo, 298 Kg de potasio para un rendimiento óptimo de 12,348 Kg/Ha

Mi necesidad de nutrientes es:

³ De acuerdo a la tabla de la diapositivas 14 a 16 del archivo "Interpretación de Análisis"

N: $298-46=252$ Kg P: $128-28= 100$ Kg K: $298-16=282$ Kg

Tomamos primero el fertilizante que tiene la mezcla: El DAP da 46% de fósforo, es decir que por cada 100 Kg de DAP nos aporta 46 Kg de fósforo, entonces:

100 Kg DAP - 46 Kg P

X Kg DAP - 100 Kg P $X=217.39$ Kg de DAP

Como el DAP tiene mezcla de nitrógeno, entonces calculamos cuánto de Nitrógeno nos aporta el DAP y analizamos si aún hay déficit:

El DAP da 18% de nitrógeno, es decir que por cada 100 Kg de DAP tenemos 18 Kg de Nitrógeno, entonces ahora el DAP nos aporta:

100 Kg DAP - 18 Kg N

217.39 Kg DAP - X $X= 39.13$ Kg de nitrógeno

Con base en esto ahora requiero 252 Kg N- 39.13 Kg N= 212.86 Kg N

Como el fertilizante sulfato de amonio aporta 20.5% de nitrógeno, entonces por cada 100 Kg de sulfato de amonio tengo 20.5 Kg de nitrógeno, entonces:

100 Kg Sulfato de amonio - 20.5 Kg N

X Kg sulfato de amonio - 212.86 Kg N $X= 1,038.38$ Kg de sulfato de amonio

Finalmente calculamos la cantidad de cloruro de potasio. Este fertilizante aporta 60% de K, por lo que cada 100 Kg de cloruro de potasio tenemos 60 Kg de potasio, entonces:

100 Kg ClK - 60 Kg K

X Kg ClK - 282 Kg K $X= 470$ Kg de cloruro de potasio

Entonces requerimos: 217 Kg de DAP, 1,038 Kg de sulfato de amonio y 470 Kg de cloruro de potasio para aplicar en una hectárea de cultivo de maíz para obtener un rendimiento óptimo de 12,348 Kg/hectárea.

Recomendaciones para aplicación: Cómo aplicar los fertilizantes: fósforo y potasio es a la siembra, toda la cantidad que requiere el cultivo; en el caso del nitrógeno es lo más fraccionado posible.

Planteamiento 2: tenemos 82 Kg de N, 29 Kg de P, y 108 Kg de K, calcular la dosis de fertilización para sorgo, los fertilizantes son

superfosfato simple 40-50-00, cloruro de potasio 00-00-60 y urea 46-00-00.

Solución: El sorgo requiere 267 Kg de nitrógeno; 94 Kg de fósforo, 269 Kg de potasio, para un rendimiento óptimo de 8,964 Kg/Ha.

Mi necesidad de nutrientes es:

N: $267-82= 185$ Kg P: $94-29= 65$ Kg K: $269-108= 161$ Kg

Utilizamos como primer punto de análisis el fertilizante en mezcál. El superfosfato simple contiene 50% de fósforo, esto quiere decir que por cada 100 Kg de superfosfato tengo 50 Kg de fósforo, entonces:

100 Kg Superfosfato - 50 Kg P

X Kg Superfosfato - 65 Kg P X=**130 Kg de superfosfato**

El superfosfato contiene 40% de nitrógeno, es decir que por cada 100 Kg de superfosfato tenemos 40 Kg de Nitrógeno, entonces ahora el superfosfato nos aporta:

100 Kg superfosfato - 40 Kg N

130 Kg superfosfato - X X= 52 Kg de nitrógeno

Con base en esto ahora requiero 185 Kg N-52 Kg N= 133 Kg N

Con base en esto, se calcula sobre la urea que es el otro fertilizante que aporta nitrógeno, en una proporción de 46%, es decir que por cada 100 Kg de urea tengo 46 Kg de Nitrógeno

100 Kg urea - 46 Kg de nitrógeno

X Kg urea - 133 Kg de nitrógeno X=**289.1 Kg de urea**

Finalmente se calcula el requerimiento de cloruro de potasio, que aporta 60% de potasio, es decir que por cada 100 Kg de cloruro de potasio tenemos 60 Kg de potasio, entonces:

100 Kg de KCl - 60 Kg K

X KCl - 161 Kg K X= **268.3 Kg de KCl**

Entonces requerimos: 130 Kg de superfosfato, 289 Kg de urea y 268 Kg de cloruro de potasio para aplicar en una hectárea de cultivo de sorgo para obtener un rendimiento óptimo de 8,964 Kg/hectárea.

ÚLTIMAS CONSIDERACIONES

Cuando se solicita la determinación química de nitrógeno inorgánico se refiere a nitrógeno que ya se mineralizó y está disponible para la planta, por lo que es un determinante a solicitar en el laboratorio para el análisis de suelo.

Las aplicaciones de fosforo deben de ir al momento de la siembra junto con la semilla, si no la planta no tendrá contacto con el fosforo y no la absorberá.

La Diferencia entre el método Bray 1, Bray modificado y un Olsen. En el caso de los suelos ácidos deben solicitarse métodos Olsen, si son suelos neutros Bray normal, si son suelos alcalinos un método Bray 1.

La clave para una buena recomendación de fertilizantes, es haber tomado de manera correcta la muestra de suelos, y que ésta sea representativa de la superficie a atender.

Es muy sabido del interés por producir de manera orgánica para el mejor uso de los recursos naturales, sin embargo, cuando un productor requiere niveles altos u óptimos de producción, necesariamente requerirá de la aplicación de fertilizantes químicos. Incluso en casos de producción orgánica, en algún momento del ciclo productivo se requerirá la aplicación de inorgánicos, y eventualmente la dependencia de éstos disminuirá, en la medida en que se apliquen otros manejos. La adición de estiércoles, composta o lombricomposta, es factible. Si se busca mejorar el suelo se requieren cerca de 50 ton/ha, sin embargo, hay que considerar la tasa de mineralización, ya que la lombricomposta no cubre todo el requerimiento de nitrógeno. Su tasa de mineralización el primer año es de alrededor del 60%.

La periodicidad del muestreo recomendable: una vez al año en condiciones de producción, o una vez cada 5 años en condiciones de escasez de recursos.

CONCLUSIONES

Tras haber concluido el taller, los asistentes ya cuentan con habilidades para la toma de muestras representativas, saben qué elementos de

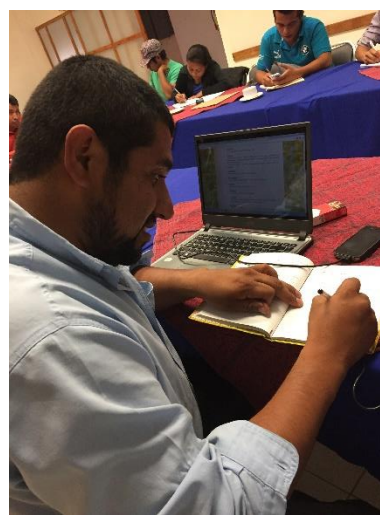
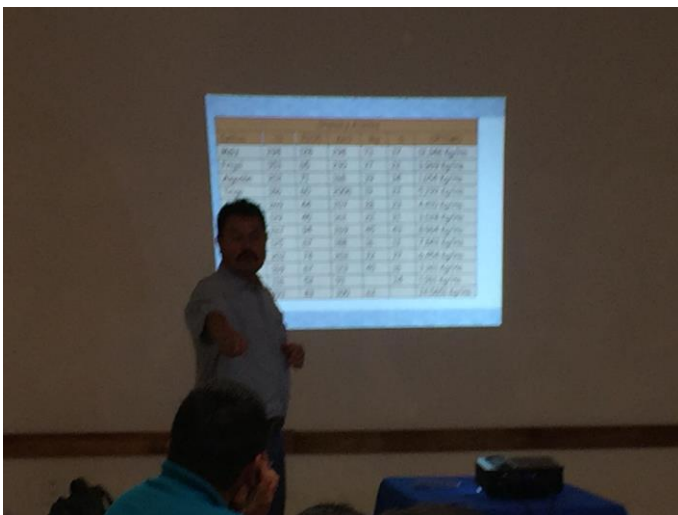
análisis solicitar al laboratorio y cómo interpretar sus resultados, y saben determinar las dosis de fertilización.

Si bien se consideró que el taller tuvo un enfoque para la recomendación de fertilizantes inorgánicos, entre los participantes retomaron la discusión del tema de los abonos orgánicos y las prácticas como el cultivo de abonos verdes, como mejoradores del suelo. Además, el participante Benito Díaz comentó de prácticas de conocimiento local, basadas en las propiedades que los elementos de la naturaleza proveen, como una estrategia para el mejoramiento de nutrientes del suelo, particularmente comentó el tema de la hoja de plátano y sus aportaciones de potasio y sus usos potenciales en la elaboración de compostas. Al respecto, es importante mencionar que en la región Maravilla Tenejapa, enviaron una muestra de composta al análisis de laboratorio para conocer sus aportaciones en nutrientes.

El taller resultó interesante para los participantes, y entre ellos, se comentó la idea de hacer una comunidad de aprendizaje de suelos, proponiendo generar un espacio virtual en donde pudieran compartir conocimientos e ideas, respecto a temas diversos del quehacer profesional.

ANEXO 1. FOTOS

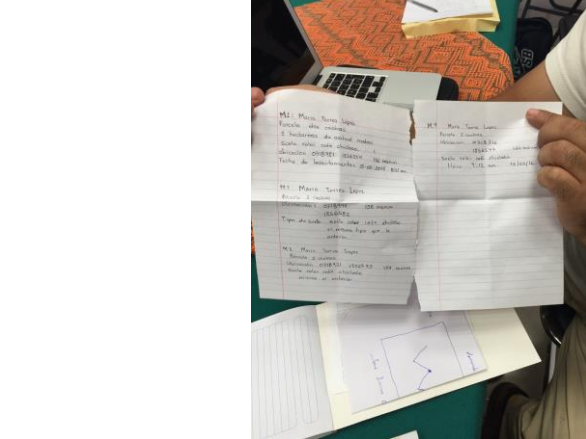
Sesión teórica 1 (26 de abril)



Práctica de campo (27 de abril)



Sesión teórica 2 (26 de mayo)



ANEXO 2. Resultados de análisis de laboratorio que se utilizaron como insumo para el taller

Macronutrientes

No. de Lab.	Clave	Fósforo disponible mg/kg	Materia orgánica %	Ph H2O	Nitrógeno total %	Potasio disponible mg/kg	Calcio disponible mg/kg	Capacidad Inter. De Cat.	Arena %	Arcilla %	Limo %	Nombre textural	D.A. gr/mL
837 14	MQ-001	0.20	1.79	6.25	0.08	149.80	113.00	25.30	46.60	29.80	23.60	Franco Arcilla Arenoso	1.17
836 14	MQ-002	0.80	7.03	6.48	0.41	219.80	304.90	41.43	46.60	37.80	15.60	Arcilla arenoso	0.89
792 14	MQ-003	0.20	3.37	6.06	0.18	163.60	262.50	43.43	34.90	53.40	11.60	Arcilloso	0.93
791 14	MQ-004	0.50	2.97	6.01	0.19	129.80	162.80	28.83	40.90	31.40	27.60	Franco arcilloso	0.92
799 14	MQ-005	2.90	3.63	7.31	0.23	121.10	187.80	34.57	9.60	38.40	52.00	Franco Arcilla Limoso	1.05
800 14	MQ-006	0.80	1.37	6.86	0.07	84.80	130.50	18.97	49.60	21.10	29.30	Franco	1.26
801 14	MQ-007	0.80	3.10	6.83	0.15	187.30	142.90	35.14	15.60	41.10	43.30	Arcilla limoso	1.10
802 14	MQ-008	0.20	2.24	6.38	0.13	191.00	88.10	25.21	31.60	28.40	40.00	Franco arcilloso	1.19
803 14	MQ-009	1.70	2.35	7.26	0.13	244.80	314.80	34.65	3.60	43.10	53.30	Arcilla limoso	1.04
804 14	MQ-010	2.30	2.69	7.59	0.17	239.80	312.40	31.76	9.60	37.10	53.30	Franco Arcilla Limoso	1.16
805 14	MQ-011	0.50	10.76	7.19	0.56	409.70	207.70	42.66	49.60	27.10	23.30	Franco Arcilla Arenoso	0.98
806 14	MQ-012	1.70	4.98	6.10	0.24	439.70	429.50	37.87	29.60	39.10	31.30	Franco arcilloso	0.95
807 14	MQ-013	1.10	11.16	6.32	0.66	449.70	451.90	52.26	35.60	41.10	23.30	Arcilloso	0.86
808 14	MQ-014	0.50	1.34	6.80	0.08	61.10	120.50	12.20	67.60	10.40	22.00	Franco arenoso	1.48
809 14	MQ-015	0.50	2.55	6.02	0.15	69.90	90.60	21.03	53.60	20.40	26.00	Franco Arcilla Arenoso	1.27
810 14	MQ-016	0.20	2.69	5.64	0.16	119.80	85.60	27.56	33.60	30.40	36.00	Franco arcilloso	1.08
811 14	MQ-017	0.20	2.15	6.01	0.13	99.80	110.50	35.17	23.60	44.40	32.00	Arcilloso	1.04

812 14	MQ-018	0.50	3.63	7.41	0.21	196.00	309.90	33.31	35.60	36.40	28.00	Franco arcilloso	1.01
813 14	MQ-019	1.10	2.02	7.26	0.13	137.30	70.70	16.13	61.60	14.40	24.00	Franco arenoso	1.29
814 14	MQ-020	0.80	1.88	7.48	0.10	156.10	128.00	16.30	54.90	15.10	30.00	Franco arenoso	1.32
838 14	MT-001	1.70	3.54	8.12	0.18	94.80	270.00	27.76	40.60	27.80	31.60	Franco	0.87
793 14	MT-002	1.40	2.30	7.00	0.11	104.80	235.10	32.19	9.60	39.10	51.30	Franco Arcilla Limoso	1.02
839 14	MT-003	2.30	4.47	7.04	0.25	129.80	128.00	31.01	22.60	29.80	47.60	Franco arcilloso	1.17
794 14	MT-004	0.50	5.10	6.23	0.30	306.00	200.20	36.87	23.60	37.10	39.30	Franco arcilloso	1.01
753 14	MT-005	2.00	7.52	7.08	0.41	134.80	172.80	37.12	44.90	29.40	25.60	Franco arcilloso	1.00
754 14	MT-006	4.10	9.59	7.19	0.56	272.20	245.10	36.64	46.90	21.40	31.60	Franco	1.10
755 14	MT-007	4.40	8.65	7.30	0.54	274.70	247.60	35.91	44.90	23.40	31.60	Franco	0.95
756 14	MT-008	2.30	5.86	6.46	0.31	108.60	135.40	28.72	38.90	21.40	39.60	Franco	1.05
757 14	MT-009	0.20	5.99	6.44	0.28	61.10	90.60	26.50	58.90	17.40	23.60	Franco arenoso	0.89
758 14	MT-010	1.40	5.19	6.72	0.31	101.10	172.80	32.31	30.90	29.40	39.60	Franco arcilloso	1.03
759 14	MT-011	0.50	3.73	7.42	0.17	44.90	110.50	24.19	54.90	21.40	23.60	Franco Arcilla Arenoso	1.02
760 14	MT-012	1.70	3.99	7.08	0.20	104.80	167.80	32.26	26.90	33.40	39.60	Franco arcilloso	1.01
761 14	MT-013	0.20	2.13	7.11	0.12	177.30	118.00	24.55	40.90	27.40	31.60	Franco	0.88
762 14	MT-014	1.40	6.52	6.42	0.38	450.90	280.00	38.88	30.90	35.40	33.60	Franco arcilloso	0.98
763 14	MT-015	0.50	5.86	6.42	0.37	282.20	207.70	41.22	18.90	41.40	39.60	Arcilloso	0.94
764 14	MT-016	0.20	3.59	7.06	0.19	184.80	152.90	31.41	24.90	33.40	41.60	Franco arcilloso	0.98
765 14	MT-017 (parte alta)	0.50	2.53	6.23	0.12	87.30	115.50	20.40	40.90	19.40	39.60	Franco	0.99
766 14	MT-018	0.20	6.12	7.08	0.36	203.50	265.00	40.54	12.90	39.40	47.60	Franco Arcilla Limoso	0.94
767 14	MT-019	0.50	3.06	7.18	0.14	153.60	182.80	21.53	38.90	19.40	41.60	Franco	1.04
768 14	MT-020	0.50	1.60	7.80	0.08	87.30	142.90	16.49	35.60	16.40	48.00	Franco	1.07
769 14	MT-021-M1 (pasto llanero)	0.20	4.53	5.93	0.25	247.30	85.60	38.97	33.60	42.40	24.00	Arcilloso	0.88

770 14	MT-021-M2 (Leucaena)	0.20	5.33	6.44	0.31	214.80	108.00	38.16	41.60	38.40	20.00	Franco arcilloso	0.82
771 14	MT-021-M3 (Pasto de corte)	0.20	5.86	6.57	0.37	151.10	113.00	40.55	37.60	40.40	22.00	Arcilloso	0.80
772 14	MT-021-M4 (Nutriola)	0.50	5.33	6.67	0.28	343.50	115.50	47.59	26.90	53.40	19.60	Arcilloso	0.96
773 14	MT-021-M5 (Brizanta)	0.20	5.99	6.44	0.28	104.80	113.00	45.25	30.90	47.40	21.60	Arcilloso	0.99
774 14	MT-022	0.50	5.59	5.88	0.33	291.00	207.70	38.73	33.60	38.40	28.00	Franco arcilloso	1.01
775 14	MT-023	0.50	5.06	6.27	0.23	207.30	180.30	38.85	29.60	40.40	30.00	Arcilloso	0.92
776 14	MT-024	0.20	2.13	6.04	0.11	164.80	230.10	36.37	39.60	46.40	14.00	Arcilloso	0.92
777 14	MT-025	0.50	1.40	5.95	0.07	169.80	227.60	33.43	27.60	44.40	28.00	Arcilloso	0.89
778 14	MT-026	0.20	4.90	6.30	0.28	237.30	182.80	30.86	35.60	28.40	36.00	Franco arcilloso	0.90
779 14	MT-027	0.50	12.94	6.01	0.59	304.70	145.40	43.76	54.90	21.40	23.60	Franco Arcilla Arenoso	0.71
780 14	MT-028	0.20	4.16	6.49	0.21	317.20	93.10	23.87	52.90	19.40	27.60	Franco arenoso	0.96
781 14	MT-029	0.50	8.55	6.09	0.48	103.60	165.30	38.77	35.60	28.40	36.00	Franco arcilloso	0.85
782 14	MT-030	1.80	5.36	6.19	0.32	111.10	115.50	32.66	32.90	29.40	37.60	Franco arcilloso	1.05
783 14	MT-031	0.20	8.29	6.26	0.52	292.20	172.80	30.70	51.60	16.40	32.00	Franco	0.70

Minerales

Muestra	Etiqueta	Cobre (mg/Kg)	Hierro (mg/Kg)	Manganeso (mg/Kg)	Zinc (mg/Kg)
184/14	MQ-001	0.9080	31.2600	15.6400	0.7120
183/14	MQ-002	1.2720	59.0920	116.2400	2.3752
185/14	MQ-003	1.4224	43.4120	46.9200	1.1976
176/14	MQ-004	1.5016	63.3800	44.7200	1.3512
115/14	MQ-005	3.6648	34.6120	17.3200	1.1552
116/14	MQ-006	0.9208	75.4640	11.5200	0.7112
117/14	MQ-007	2.9595	108.9533	53.4933	3.0504
118/14	MQ-008	1.2768	49.6560	61.7600	0.9232
119/14	MQ-009	3.2816	26.5680	18.7200	1.4896
120/14	MQ-010	2.5856	30.0040	19.3600	1.3584
121/14	MQ-011	3.1288	109.4120	196.0800	14.1600
122/14	MQ-012	1.6344	80.2840	36.8800	2.0760
131/14	MQ-013	2.7088	146.6400	130.6800	3.3376
132/14	MQ-014	0.8448	19.6720	7.5200	0.0816
133/14	MQ-015	1.1496	69.5520	52.1200	1.2008
134/14	MQ-016	1.0000	42.4160	111.9200	1.1240
135/14	MQ-017	0.6864	23.7680	50.4400	0.8712
136/14	MQ-018	1.8752	31.4200	34.3600	1.9160
137/14	MQ-019	0.8741	28.2853	8.2267	1.0507
138/14	MQ-020	1.0024	18.2440	6.2800	1.2936
192/14	MT-001	1.8696	49.9400	8.8800	5.3632
186/14	MT-002	1.8368	32.2080	9.4000	1.1224
193/14	MT-003	1.4512	126.8040	38.2800	1.2216
187/14	MT-004	2.8344	150.6747	58.0000	1.7920
107/14	MT-005	1.6816	63.1067	46.2933	0.6021
108/14	MT-006	3.4072	75.9040	93.2400	1.5560
109/14	MT-007	3.3280	75.4400	82.7200	1.4832

110/14	MT-008	1.8656	193.9280	19.7600	1.6040
111/14	MT-009	1.3928	48.6080	80.1600	1.0368
112/14	MT-010	1.9168	31.1040	17.5600	0.9640
113/14	MT-011	1.4360	57.5760	25.7200	0.7096
114/14	MT-012	1.6952	25.6320	13.3600	1.0272
123/14	MT-013	2.1624	74.2040	182.1600	0.8440
124/14	MT-014	2.5088	87.2600	32.6800	0.7128
125/14	MT-015	3.0688	127.3400	23.6400	1.3488
126/14	MT-016	1.8232	66.8400	32.0000	0.8960
127/14	MT-017(Parte alta)	1.5528	110.5187	30.0133	0.3923
128/14	MT-018	4.1336	411.5200	138.2000	4.4232
129/14	MT-019	0.9048	16.4360	15.4400	0.3072
130/14	MT-020	0.8584	14.0080	12.0000	0.2904
139/14	MT-021-M1 (Pasto llanero)	1.9256	65.4440	34.3200	1.7344
140/14	MT-021-M2 (Leucaena)	1.8224	47.8120	47.6000	1.4096
141/14	MT-021-M3 (Pasto de corte)	2.5024	80.6520	409.4000	2.9624
142/14	MT-021-M4 (Nutriola)	1.7272	78.8200	94.8000	1.2752
143/14	MT-021-M5 (Brizanta)	1.5152	61.7080	50.5600	1.5912
144/14	MT-022	2.4512	136.0560	50.2800	2.2736
145/14	MT-023	1.6232	45.3880	10.6400	0.8168
146/14	MT-024	1.5104	77.9400	31.3600	1.5384
155/14	MT-025	1.6144	77.4280	35.8000	1.6856
156/14	MT-026	2.6576	232.8480	144.3200	2.3104
157/14	MT-027	0.9616	65.8640	31.3200	1.7944
158/14	MT-028	1.1032	28.5960	30.0400	1.3248
159/14	MT-029	2.8120	200.2640	69.2400	2.3920
160/14	MT-030	1.9440	94.2880	212.4800	1.7520
161/14	MT-031	2.8512	122.8440	171.6800	3.0944