

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD REGIONAL LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**DIAGNÓSTICO BÁSICO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN
ORGÁNICA: CASO EJIDO BARREAL DE GUADALUPE
TORREÓN, COAH.**

POR:

YESENIA SOSA ISLAS

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD REGIONAL LAGUNA.

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DIAGNÓSTICO BÁSICO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA:
CASO EJIDO BARREAL DE GUADALUPE TORREÓN, COAH.

POR:

YESENIA SOSA ISLAS

ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL:



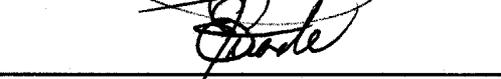
M.C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS

ASESOR:



ING. GERARDO ZAPATA SIFUENTES

ASESOR:



MC. EMILIO DUARTE AYALA

ASESOR:

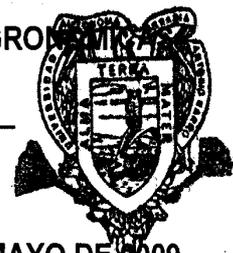


MC. FORTINO DOMÍNGUEZ PÉREZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2009
Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

UNIDAD REGIONAL LAGUNA.

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

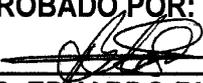
DIAGNÓSTICO BÁSICO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA:
CASO EJIDO BARREAL DE GUADALUPE TORREÓN, COAH.

TESIS DE LA C. YESENIA SOSA ISLAS QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

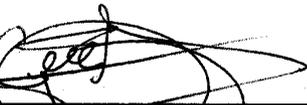
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADO POR:

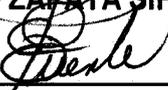
PRESIDENTE:


M.C. EDUARDO BLANCO CONTRERAS

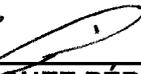
VOCAL:


ING. GERARDO ZAPATA SIFUENTES

VOCAL:


MC. EMILIO DUARTE AYALA

VOCAL SUPLENTE:


MC. FORTINO DOMÍNGUEZ PÉREZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

Coordinación de la División
MAYO DEL 2009
de Carreras Agronómicas

Agradecimientos.

A Dios por permitirme concluir esta maravillosa etapa de mi vida, con salud y felicidad.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por ser la mejor universidad de educación agraria en México y por darme la mejor preparación a nivel licenciatura.

Al M. C. Eduardo Blanco Contreras por su amistad, confianza y por permitirme trabajar a su lado en este gran proyecto.

Al Ing. Gerardo Zapata Sifuentes por su gran amistad y por su enorme colaboración en la realización de este trabajo.

Al M. C. Fortino Domínguez Pérez por su enorme amistad y por su valiosa ayuda en la realización de este trabajo.

Al M. C. Emilio Duarte Ayala por su colaboración en la realización de este trabajo.

A la bióloga Ma. Mercedes Sáenz López por su valiosa ayuda en el trabajo de laboratorio.

Al laboratorio de suelos del Instituto Tecnológico de Torreón por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

A todos los maestros del departamento de agroecología y a todos aquellos profesores que me transmitieron sus conocimientos durante mi estancia en esta Universidad.

Dedicatorias.

A mi madre Anastasia B. Islas por ser la mejor mujer y por su gran fortaleza, por demostrarme cada día su amor, que si se puede salir adelante, gracias madre por todo lo que has hecho por mí y mis hermanos.

A mi padre Rafael Sosa Ortiz por ser un ejemplo a seguir y por su gran apoyo.

A mi hijo Brandon Jesús por haber llegado en el mejor momento de mi vida para iluminar mi camino y darme fuerza para seguir adelante y así tener un motivo para ser cada día mejor.

A mis hermanos por su enorme apoyo y por enseñarme día a día que puedo contar con ellos: Carolina, Rafael, Omar Cristóbal, Valeria y Froilan Sosa Islas que Dios los cuide en todo momento.

A Brenda G. García, Israel Martínez y Limber Olan, por ser mis mejores amigos y por apoyarme en todo y así demostrarme que puedo contar con ustedes en todo momento, que su vida este llena de triunfos.

A mis amigas de generación Karla S. Rivera, Araceli Sánchez y Eugenia G. (Kení) por todos los momentos de diversión y trabajo que compartimos juntas, les deseo lo mejor en su vida.

A todos los integrantes de la rondalla de Torreón de la UAAAN -Ul por esos momentos inolvidables en el grupo.

A todos aquellos que me es imposible mencionar pero que estuvieron a mi lado en estos 4.5 años de carrera.

ÍNDICE GENERAL.

PORTADA.....	I
COMITÉ DE ASESORIA.....	II
JURADO CALIFICADOR.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIAS.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRAC.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVO GENERAL.....	2
2.1. Objetivos específicos.....	2
2.2. Hipótesis.....	2
III. MARCO TEORICO.....	3
3.1 Agricultura orgánica.....	3
3.1.1 Definición de agricultura orgánica.....	3
3.1.2 Situación general de la agricultura orgánica.....	4
3.1.3 Agricultura orgánica en México.....	4
3.1.4 Nutrición vegetal orgánica.....	5
3.2 Composición del suelo.....	5
3.2.1 Degradación de suelos.....	6
3.3 Análisis de suelos.....	6
3.3.1 Toma de muestras.....	7
3.3.2 Influencia del cultivo.....	7
3.3.3 Época de muestreo.....	7
3.4 Análisis físico-químicos básicos del suelo.....	7
3.4.1 Textura.....	7
3.4.2 Materia orgánica.....	8
3.4.3 Ph.....	9
	VI

3.4.4 Conductividad eléctrica.....	10
3.5 Aniones.....	10
3.5.1 Carbonatos.....	10
3.5.2 Sulfatos.....	11
3.5.3 Cloro (Cl).....	11
3.6 Cationes.....	12
3.6.1 Sodio (Na).....	12
3.6.2 Potasio (k).....	13
3.6.3 Magnesio (Mg).....	13
3.6.4 Calcio (Ca).....	14
3.7 Capacidad de intercambio cationico (CIC).....	14
3.8 Contaminación por sodio.....	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4.1 localización.....	16
4.2 trabajo de campo.....	16
4.2.1. Método de muestreo.....	16
4.3 trabajo de laboratorio.....	16
4.3.1. preparación de muestras.....	16
4.3.2. Determinación de textura.....	17
4.3.3. Materia orgánica.....	17
4.3.4. Preparación de extractos para aniones y cationes.....	17
4.3.5. Potencial de Hidrógeno.....	18
4.3.6. Conductividad eléctrica.....	18
4.4. historial de manejo.....	18
V. RESULTADOS.....	20
5.1. Determinaciones básicas.....	20
5.2 Nutrientes.....	22
5.3 Historial de uso del suelo.....	24
VI.- DISCUSION.....	24
VII. CONCLUSION.....	25
VIII. RECOMENDACIONES.....	25
IX. LITERATURA CITADA.....	26
X. ANEXOS.....	30

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

Fig. 1 Mapa de localización de parcelas.....	19
Fig.2. Comportamiento de la conductividad eléctrica en los predios estudiados a profundidad de 0-30.....	21
Fig. 3. Comportamiento de la conductividad eléctrica en los predios estudiados a profundidad de 30-60.....	21
Fig. 4. Comportamiento del sodio en los predios estudiados a profundidad de 0-30.....	23
Fig. 5. Comportamiento del sodio en los predios estudiados a profundidad de 30-60.....	23
Cuadro 1. Efecto de la conductividad eléctrica en los cultivos.....	18
Cuadro 2. Resultados promedio de la profundidad 0-30 para los cuatro cultivos estudiados.....	22
Cuadro 3. Resultados de la profundidad 30-60 para los cuatro cultivos evaluados.....	24
Cuadro anexo 1. Muestras enumeradas y coordenadas de muestreo.....	31
Cuadro anexo 2. Resultados físico-químicos de las muestras.....	34

RESUMEN.

El suelo esta compuesto por partículas bien definidas que brindan soporte a las plantas y además proveen todos los nutrientes y agua que estas necesitan para poder crecer y desarrollarse. Un suelo rico en nutrientes contiene todos aquellos que las plantas necesitan para su desarrollo optimo, sin embrago algunos de estos nutrientes no están disponibles a la raíz o algunos están en concentraciones demasiado elevadas que hacen que este se vuelva toxico.

El suelo agrícola del ejido Barreal de Guadalupe al ser un suelo de zonas áridas y por las condiciones climatologicas presenta problemas de materia orgánica baja, sodio y acumulación de sales debido a la evaporación excesiva de agua y el arrastre de estos materiales calcáreos de las partes altas de la cuenca. Por lo que los cultivos tienen deficiencia de nutrientes y la intolerancia a las sales que no permite que estos tengan sus rendimientos máximos.

La agricultura orgánica presenta diferentes alternativas para que la producción de los cultivos sea más eficiente, con técnicas basadas en las prácticas agrícolas tradicionales que mejoran las condiciones de nutrientes del suelo y son amables con el medio ambiente para no alterar su delicado equilibrio ecológico.

Palabras clave: suelo, agricultura orgánica, nutrientes.

I.- INTRODUCCIÓN

El suelo es un cuerpo compuesto por partículas bien definidas y divididas en rocas y minerales mezclados con diferentes cantidades de humus y residuos de plantas. Desde el punto de vista de fertilidad, el humus y pequeñas partículas minerales, son las partes más importantes del suelo. La arcilla y los granos de arena contribuyen poco en la fertilidad pero ayudan a proveer buena labranza, suficiente ventilación y entrada favorable del agua. No existe otro cuerpo natural o artificial que provea un reservorio ideal de retención y liberación de agua, así como alimento de planta para el crecimiento del cultivo. Al mismo tiempo, el suelo provee un lecho poroso para asegurar la postura de las raíces (Benson, 2005).

Para obtener rendimientos cercanos a los máximos posibles, en el caso de cualquier cultivo y agroecosistema, se requiere que las necesidades nutrimentales básicas de los cultivos sean satisfechas. Los rendimientos deben ser económicamente viables (Etchevers *et al*, 1986).

El surgimiento de una nueva forma de hacer agricultura respetando al medio ambiente y vinculada con la producción de alimentos sanos y orientados al mercado de exportación, ha venido ganando importancia en la agricultura mundial durante las últimas tres décadas. La agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo (Orozco, 2006).

En el ejido Barreal de Guadalupe, las condiciones ambientales de su área agrícola, parecen favorables para iniciar una producción orgánica; se localiza al sur de la ciudad de Torreón, esta rodeado por una serie de montañas que impiden que la contaminación de la ciudad llegue hasta su valle, y sus actividades agrícolas, forestales y ganaderas son mayormente tradicionales por lo que se considera mínima la presencia de agentes tóxicos. Lo que ha motivado la realización de este estudio básico del recurso suelo.

II. OBJETIVO GENERAL

Conocer el estado general de los suelos agrícolas del ejido Barreal de Guadalupe y su historial de manejo, para la producción orgánica.

2.1. Objetivos específicos

2.1.1 Analizar las propiedades básicas de los suelos agrícolas del área en estudio.

2.1.2. Elaborar una reseña del manejo de los suelos en la comunidad.

2.2 Hipótesis

El suelo agrícola del ejido el Barreal de Guadalupe es apto para la producción agrícola orgánica.

III.- MARCO TEÓRICO.

3.1 Agricultura orgánica.

3.1.1 Definición de agricultura orgánica

La agricultura orgánica se define como una visión sistémica de la producción agrícola que usa como guía de los procesos naturales para incrementar la producción. Esto quiere decir que la agricultura orgánica es una forma por la cual el hombre puede practicar la agricultura acercándose en lo posible a los procesos que ocurren espontáneamente en la naturaleza. Este acercamiento propone el uso adecuado de los recursos naturales. Podemos ver la agricultura orgánica como una propuesta alternativa a la agricultura convencional (Armenta y Robles, 2001).

El uso discriminado de agroquímicos en la producción agrícola ha causado graves problemas en la salud humana y en el medio ambiente, no ha podido eliminar o reducir las plagas y enfermedades que han atacado los cultivos y lo mas grave es que la aplicación permanente de sustancias químicas ha causado que los insectos y otros organismos se muestren resistentes a estas sustancias y requieran una dosis cada vez mayor. Si en el año 1938 existían tan sólo siete especies de insectos resistentes a los cinco grupos de insecticidas más importantes (DDT, Heptacloro, Organofosforados, Carbamatos), en el año 1984 ya se habían reportado 447 especies, llegando a más de 500 en 1988. Hoy día prácticamente no existen organismos dañinos de importancia económica que no hayan desarrollado resistencia, como mínimo contra una sustancia activa. Estos efectos han aumentado de una manera extraordinaria los costos de producción, con resultados muy negativos acerca de la competitividad en el mercado mundial, tanto en el precio como en la calidad del producto (Buley, 1994).

3.1.2 Situación general de la Agricultura Orgánica.

La agricultura orgánica presenta hoy en día un singular dinamismo. Se estima que el número de hectáreas incorporadas al cultivo año con año ha crecido alrededor del 25 %; similar porcentaje se calcula en el consumo de dichos productos en países como Estados Unidos y en algunas regiones de Europa. Tan sólo en Dinamarca las ventas alcanzaron los 300 millones de dólares en 1997 que representan entre el 2 y 2.5 % de las ventas totales de alimentos en ese país (Armenta y Robles, 2001.)

3.1.3 Agricultura Orgánica en México.

En México, este tipo de agricultura es todavía incipiente; las áreas actualmente destinadas a la producción orgánica se dirigen a los mercados internacionales al no haber un mercado interno suficientemente atractivo para realizar la producción nacional. De acuerdo con estimaciones realizadas por (Gómez, 1998) la superficie sembrada con productos orgánicos en 1998 alcanzó cerca de las 50,000 hectáreas distribuidas en 25 estados de la República. Los principales nichos de producción los encontramos en el sur y en lugares aislados del noroeste del país, siendo el café el principal producto y que representa el 64 % de la superficie, mientras que las hortalizas ocupan el segundo lugar con el 8.7 %.(Armenta y Robles, 2001).

Cerca del 98 % de los productores orgánicos en México son pequeños propietarios y generan el 78 % de las divisas de este sector. El sobreprecio pagado por los consumidores muchas veces va en el sentido de favorecer a estos grupos de agricultores, de los cuales una proporción considerable son indígenas (53 %) en su mayoría productores de café orgánico en los estados de Oaxaca, Guerrero y Chiapas, considerados como los más atrasados económicamente en el país (Armenta y Robles, 2001).

Hoy por hoy se intenta buscar y dar soluciones volviendo nuestra vista a la agricultura orgánica como una gran e importante alternativa de producción, cimentada en el concepto de la sostenibilidad de los ecosistemas productivos

(agrícolas y forestales). Basada en el respeto al entorno, el uso racional de los recursos naturales para producir alimentos sanos de la máxima calidad y en cantidad suficiente, utilizando como modelo a la misma naturaleza, apoyándose en los conocimientos científicos y técnicos vigentes. El desarrollo de la agricultura orgánica busca recuperación permanente de los recursos naturales afectados, para el beneficio de la humanidad (Andrade, 2007)

3.1.4 Nutrición vegetal orgánica.

Las plantas obtienen alimento del suelo en donde crecen, del aire y agua que se encuentra en el, a través de sus raíces. En este proceso, las raíces no actúan como órganos pasivos, sino que en interacción con el suelo y los microorganismos, seleccionan los minerales que requiere la planta para su desarrollo. Para que pueda darse esa absorción, los nutrientes deben encontrarse disueltos en agua, elemento que les sirve de vehículo y que se constituye en una condición esencial para una buena alimentación vegetal. Cabe destacar, que todos estos nutrientes son llevados a las hojas y es allí donde la planta logra transformarlos en sustancias para alimentarse o ser almacenados (Benson, 2005).

3.2 Composición del suelo.

El suelo esta compuesto de partículas sólidas, agua y aire. Los sólidos son partículas minerales y orgánicas de diferentes formas, tamaños y arreglos y constituyen el esqueleto o matriz del suelo, el cual contiene una cantidad variable de poros; estos pueden estar llenos de la solución del suelo o de aire. Un suelo cultivado en promedio contiene aproximadamente 45% de minerales, 5% de materia orgánica, 15 a 35 % de agua y es resto esta ocupado por aire (Narro, 1994).

La fase sólida del suelo proviene principalmente de la descomposición de las rocas y de los residuos vegetales, y es relativamente estable en cuanto a su composición y organización. Las otras dos fases líquida y gaseosa, están en

constante cambio debido a la evaporación y a la absorción del agua por las plantas, a la reposición periódica del agua por medio de la lluvia o del riego, a la difusión de gases y desplazamiento masivo del aire del suelo lo que puede renovar el aire de los poros varias veces al día (Narro, 1994).

3.2.1 Degradación de suelos.

El deterioro de la tierra o desertificación es el problema ecológico contemporáneo de mayor importancia en los países en desarrollo (Duarte, 1990). Este proceso ha sido definido como "la disminución o destrucción del potencial biológico de los recursos naturales ocasionado por el mal uso y manejo de los mismos, lo que trae como consecuencia procesos degenerativos del medio físico, económico y social de las poblaciones involucradas en su entorno". Sus principales procesos son la degradación de la cobertura vegetal, la erosión hídrica y la eólica, la acumulación excesiva de sales, la degradación física, la química y la biológica, siendo los dos primeros los más importantes. (Ortiz *et al.*, 1994)

De acuerdo con estimaciones hechas por la FAO, debido a la desertificación, cada año dejan de ser productivas de seis a siete millones de hectáreas en el mundo, y a este ritmo, en menos de 200 años el hombre habrá agotado todas las tierras productivas del planeta. Pero el hombre parece no darse cuenta de que al destruir los recursos de la tierra, está destruyendo también la posibilidad misma de sobrevivencia de la humanidad (Duarte, 1990).

3.3 Análisis de suelos.

Los análisis de suelo se emplean para estimar la disponibilidad nutrimental de un elemento particular. Los análisis de suelo son índices de disponibilidad y no las verdaderas cantidades disponibles de un elemento (Westerman, 1990).

3.3.1 Toma de muestras.

El procedimiento de muestreo que se debe seguir depende de las condiciones del suelo y cultivo, así como la finalidad. El muestreo con fines de fertilidad es muy diferente del muestreo de clasificación (Rodríguez y Rodríguez, 2002).

3.3.2 Influencia del cultivo.

La toma de muestras de suelos bajo cultivos cuando estos son en surcos se hará en el mismo surco evitando efectuar el muestreo en la banda de aplicación del fertilizante. En el caso de huertas regadas por surcos, la muestra se debe tomar en la zona humedecida por el riego, puesto que ahí es donde se da la mayor absorción de nutrientes y acumulación de sales (Rodríguez y Rodríguez, 2002).

3.3.3 Época de muestreo.

Esta relacionada con las épocas estacionales sobre la composición química del suelo, sobre todo en lo relativo a la humedad, ya que esta afecta la acumulación o el lavado de las sales, el pH y el potasio intercambiable. El momento, más oportuno para hacer el muestreo es cuando el suelo tiene el grado de humedad apropiado para las labores agrícolas. No es recomendable hacer el muestreo en campos mojados ya que el mezclado y procesado del suelo es difícil, además que pueden ocurrir contaminaciones (Rodríguez y Rodríguez, 2002).

3.4 Análisis físico-químicos básicos del suelo.

3.4.1 Textura.

La textura del suelo es un indicador de la proporción relativa de arena, limo y arcilla que lo constituyen, y su nombre indica la clase textural a la que pertenece, de acuerdo con el sistema de clasificación y el triángulo de texturas utilizados (Narro, 1994).

Aunque es muy grande el número de combinaciones posibles de arena, limo y arcilla, el triángulo de texturas solo contiene 12 clases texturales y los suelos de cada clase tienen aproximadamente la misma superficie específica y otras características que le son comunes. En tres de las doce clases texturales predominan un solo tipo de partículas: arena, limo o arcilla, y las características de estos suelos son determinadas en buena parte por las fracciones de partículas dominantes. En otras dos clases texturales incluidas en el triángulo, pueden dominar la arcilla combinada con arena o con limo, pero no puede dominar arena y limo, ya que la arcilla, por su alta superficie específica manifiesta sus características aun encontrándose en pequeñas proporciones (Narro, 1994).

Lo útil de conocer la textura o clase textural a la que pertenece un suelo es que permite hacer una deducción aproximada de las propiedades generales del suelo, así ajustar las prácticas de manejo, labranza, riego y fertilización de este, a fin de obtener mayor eficiencia en la producción agrícola (Narro, 1994).

La textura de un suelo se determina con base en análisis mecánico o granulométrico, el cual consiste en la separación y cuantificación de partículas de arena, limo y arcilla de una muestra de suelo, y en la consulta del triángulo de texturas. La cuantificación de partículas minerales puede realizarse utilizando varios métodos, entre los cuales están el método de los tamices y el de sedimentación de partículas (Narro, 1994).

3.4.2 Materia Orgánica.

Es una acumulación de materia de plantas muertas, parcialmente descompuestas y residuos de animales y plantas resintetizados parcialmente. La hojarasca y las raíces secas se descomponen rápidamente y sus residuos forman parte del humus. Algunas porciones permanecen en los suelos, arboles, gusanos, bacterias, hongos y actinomicetos también forman parte de la mezcla durante mucho tiempo. Los residuos de cultivo, maleza, hierba, hojas de compleja denominada materia orgánica del suelo (Bohn, 1993).

La materia orgánica mejora la estructura y el contenido nutricional de los suelos y mantiene el equilibrio de los niveles de oxígeno y agua óptimos para las plantas. La recuperación y la conservación de los niveles de materia orgánica en el suelo, junto con la diversidad y el equilibrio de plantas y animales es la base para un desarrollo agropecuario sostenible (Bohn, 1993)

El material biológico en los suelos, varía grandemente en el contenido de materia orgánica. Un suelo típico de las praderas puede contener del 5-6% de materia orgánica por unidad de masa en su superficie, considerados los primeros 15 cm de profundidad, en tanto que el suelo desértico arenoso (aridisol) puede contener menos del 1%. Los suelos con drenaje insuficiente (aquepto) tiene contenidos mayores del 10%; algunos suelos turbosos (histosoles) se aproximan al 100%. A pesar del contenido bajo en materia orgánica de la mayoría de los suelos minerales de la superficie terrestre (de 0.5 a 5%) el comportamiento coloidal activo de la fracción orgánica ejerce una enorme influencia en las propiedades físicas y químicas del suelo (Bohn ,1993).

3.4.3 pH

En 1909, el químico Danés Sorensen definió el potencial hidrógeno (pH) como el logaritmo negativo de la concentración molar (mas exactamente de la actividad molar) de los iones hidrógeno. El pH es la medida de la concentración de iones de hidrógeno [H⁺]. Un suelo puede ser ácido, neutro o alcalino, según su valor pH. El rango de pH de 5.5 a 7.5 incluye la mayoría de las plantas; pero algunas especies prefieren suelos ácidos o alcalinos. Sin embargo, cada planta necesita un rango específico de pH, en el que poder expresar mejor su potencialidad de crecimiento. El pH tiene una gran influencia en la disponibilidad de nutrientes y la presencia de Microorganismos y plantas en el suelo (Hanna, 1999).

3.4.4 Conductividad Eléctrica.

La conductividad eléctrica es la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica, que generalmente se expresa en mmhos/cm o en mSiemens/m; la NOM-021-RECNAT-2000 establece dSiemens/m a 25°C. Es una propiedad de las soluciones que se encuentra muy relacionada con el tipo y valencia de los iones presentes, sus concentraciones total y relativa, su movilidad, la temperatura del líquido y su contenido de sólidos disueltos. La determinación de la conductividad eléctrica es por lo tanto una forma indirecta de medir la salinidad del agua o extractos de suelo. De acuerdo con los valores de conductividad eléctrica, pH y porcentaje de sodio intercambiable, los suelos se pueden clasificar en las siguientes (Muñoz *et al.*, 2000):

a) Suelos salinos. Se caracterizan porque su extracto de saturación tiene un valor de conductividad eléctrica igual o superior que 4 mmhos/cm a 25°C y la cantidad de sodio intercambiable es menor de 15%. Por lo general tienen una costra de sales blancas, que pueden ser cloruros, sulfatos y carbonatos de calcio, magnesio y sodio

b) Suelos sódicos. Presentan un color negro debido a su contenido elevado de sodio. Su porcentaje de sodio intercambiable es mayor que 15, el pH se encuentra entre 8.5 y 10.0, y la conductividad eléctrica está por debajo de 4 mmhos/cm a 25°C.

c) Suelos salino-sódicos. Poseen una conductividad eléctrica de 4 mmhos/cm a 25°C, una concentración de sodio intercambiable de 15% y el pH es variable, comúnmente superior a 8.5.

3.5 Aniones.

3.5.1 Carbonatos

En las regiones de escasa precipitación pluvial correspondientes a los climas desérticos (Bw) y semidesérticos (Bs) a menudo se encuentran suelos en cuyo perfil se aprecian un horizonte de acumulación (iluvial) de mayor riqueza en

carbonatos alcalinotérreos que el resto del perfil. Esta acumulación de carbonatos es una indicación de la existencia del horizonte B en ese perfil. La forma de acumulación descrita corresponde a un suelo aluvial cuyo contenido de carbonatos alcalinotérreos era uniforme en el momento de la deposición de los materiales acarreados que constituyen ese suelo. Por otra parte, se debe señalar que el contenido de carbonatos alcalinotérreos es indicativo del grado de fijación de fósforo y su correspondiente reversión a formas insolubles. Los suelos con mayor contenido de carbonatos alcalinotérreos tiene un mayor potencial para transformar el fósforo añadido en forma de fertilizantes a formas químicas mucho menos solubles y por lo tanto menos aprovechables (Velasco 1983).

3.5.2 Sulfatos

Los sulfatos inorgánicos son las sales del ácido sulfúrico. En la naturaleza se encuentran en forma de yeso, o aljez, (sulfato cálcico deshidratado $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), baritina (sulfato de bario) o sulfato sódico (Na_2SO_4). Por oxidación se forma de los sulfuros de muchos elementos cuando estos entren en contacto con el oxígeno del aire (Cepeda 1991). Las plantas obtienen el azufre del suelo en forma de sulfatos (Ray, 1983)

3.5.3 Cloro (Cl)

El Cloro (Cl^-) es tan esencial como el nitrógeno (N), el fósforo (P) o el potasio (K), pero debido a que las funciones bioquímicas esenciales de la planta requieren de cantidades pequeñas de este nutriente el Cl^- se clasifica como un micronutriente. El Cloro (Cl^-) interviene también en otras funciones, además de las funciones bioquímicas, como la regulación de los procesos de ósmosis, el desarrollo de la planta y la supresión de enfermedades. Estas últimas funciones requieren de concentraciones más altas de Cloro (Cl^-) que las necesarias solamente para las funciones bioquímicas (Cepeda 1991)

3.6 Cationes.

3.6.1 Sodio (Na)

Algunos de los factores que llegan a ser limitantes de la producción agrícola irrigada del mundo son sin duda la concentración de sales solubles, los niveles excesivos de sodio absorbido y en algunos casos la presencia de niveles tóxicos de boro, elemento que a menudo se presenta asociados en suelos afectados por exceso de sales solubles. La forma en que las sales solubles afectan a las plantas en su germinación, crecimiento y desarrollo se puede considerar mediante dos procesos fundamentales, los cuales pueden actuar separada o conjuntamente, dependiendo del caso en particular. Estos procesos son (Velasco 1983).

- a) Sequia fisiológica. En este caso la concentración salina del medio circundante llega a ser de tal magnitud que la presión osmótica de este resulta ser mayor que dentro del citoplasma de las células radicales fenómeno contrario a lo esperado, ya que en estas circunstancias las células radiculares se encuentran en una condición hipertónica con relación al medio externo y el agua en vez de ser absorbida por las raíces sale de estas a la solución del suelo.
- b) Concierno a una concentración electrolítica en que predomina en forma exclusiva una sola sal. Este fenómeno, además que puede llegar a causar sequia fisiológica (si la concentración es lo suficientemente elevada), trae por consecuencia fuertes problemas de tipo nutricional, ya que no existe otra sal de concentración lo bastante elevada para antagonizar el efecto de la mas abundante.

Los niveles elevados de sodio adsorbidos que se encuentran en los suelos agrícolas no interfieren directamente en la fertilidad de los suelos. El sodio, al constituir el 15% de los cationes adsorbidos de un suelo mineral cuya fracción arcilla esta predominada por caolinita o miembros de esta familia o bien por

materiales micáceos, será fuertemente afectado en sus características físicas (Velasco 1983).

El sodio es requerido por las plantas para algunas funciones pero solo en cantidades muy pequeñas menos de 0.05 meq/l, en caso de algunas plantas superiores utilizan el sodio cuando tiene deficiencia de potasio para hacer que rinda mas el potasio (Ray, 1983).

3.6.2 Potasio (K).

El potasio es por definición el metal alcalino, monovalente positivo, de peso 39 que al encontrarse adsorbido en el coloide del suelo es susceptible de ser remplazado por cationes de igual valencia pero de mucha mayor abundancia o bien por cationes de concentraciones equivalentes pero de mayor valencia procedentes de la solución original del suelo o de sales solubles incorporadas a la citada solución original del suelo. Por lo general en los suelos de las regiones áridas y semiáridas el K soluble representa una cantidad muy pequeña comparada con el contenido de K intercambiable; manteniéndose aproximadamente constante también esta diferencia en los suelos de las regiones húmedas y semihúmedas (Velasco, 1983).

3.6.3 Magnesio (Mg)

Es absorbido por las plantas como un catión Mg cumple muchas funciones, es el átomo central de la molécula de la clorofila, por lo tanto está involucrado activamente en la fotosíntesis. El Mg y el N son los únicos nutrientes provenientes del suelo que son parte de la clorofila, y por esta razón, la mayoría del Mg en las plantas se encuentra en este compuesto. También interviene en el metabolismo del fósforo en las plantas. Debido a que el Mg se transloca dentro de la planta de tejido viejo a tejido joven. Las hojas presentan un color amarillento, bronceado o rojizo, mientras que las venas de las hojas se mantienen verdes (AGROPEC, 2002)

3.6.4 Calcio (Ca)

El calcio constituye un gran porcentaje de la corteza terrestre sólida, un exceso de calcio supone en algunas plantas una inhibición en la absorción de potasio; mas aun puede ser perjudicial por detener el desarrollo normal de los procesos fisiológicos (Braun, 1972).

El calcio influye en gran manera en las condiciones fisicoquímicas del suelo y por o tanto, mas indirectamente sobre los vegetales, actúa sobre la floculación de los coloides del suelo, por lo que favorece la formación de agregados, la circulación del agua, la aireación y mejora las condiciones térmicas del suelo (Braun, 1972).

3.7 Capacidad de intercambio cationico (CIC)

El intercambio cationico es una de las propiedades mas importantes del suelo. Los cationes intercambiables influyen en la estructura, en la actividad biológica, en el régimen hídrico y gaseoso, y en los procesos genéticos del suelo y su formación (Cepeda, 1991).

Los procesos de intercambio cationico y anionico que resultan de las interacciones de las fases líquidas y sólidas del suelo dependen tanto de la composición y características del estado coloidal (partículas de arcilla y materia orgánica) como de la composición del suelo (Cepeda, 1991).

En los suelos, los cationes intercambiables encontrados son calcio, magnesio, potasio y sodio. El calcio, por regla es el más abundante mientras que la cantidad de los otros elementos varía de acuerdo con las condiciones del suelo (Cepeda, 1991)

Los aniones intercambiables mas comunes son cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos (mono y dibásicos) bicarbonatos y aniones procedentes de los acido húmicos. No todos estos aniones funcionan estrictamente como intercambiables sino que únicamente se encuentran en la solución del suelo (Cepeda, 1991)

3.8 Contaminación por sodio.

El sodio es tóxico para algunos vegetales en concentraciones elevadas, pero en la mayoría de los vegetales este siempre es un problema menor si se compara con el movimiento de agua y aeración restringidas que normalmente presentan a la toxicidad provocada por el sodio. Los frutos y las vallas son las más sensibles al sodio y a menudo presentan este síntoma más que el de escasez de agua (Bohn, 1993).

Los suelos de las regiones irrigadas del mundo son susceptibles de salinización. Después de cada riego y aun utilizando aguas de baja concentración salina, un pequeño residuo salino permanece en el suelo. Se puede decir que el residuo es de mucha mayor magnitud si el agua de irrigación se utiliza es de una elevada concentración electrolítica (Velasco, 1983). En las regiones áridas de México, donde hay poca lluvia y temperatura elevada, existe siempre una tendencia a la acumulación de sales cerca de la superficie durante la temporada lluviosa dichas sales pueden desplazarse hacia abajo hasta alcanzar las capas inferiores del suelo aunque después de las estaciones de lluvias, la evaporación intensa las devuelve de nuevo a la superficie (Cepeda, 1991).

Las aguas subterráneas de las regiones áridas contienen, generalmente cantidades considerables de sales solubles. Si el nivel del agua es alto, cantidades grandes por la acción capilar se mueven hasta la superficie y se evaporan, dejando una acumulación cada vez mayor de sales solubles. Este proceso de acumulación de sales solubles impregna al suelo de importantes cantidades de sales donde solo pueden desarrollarse cultivos resistentes a ellos (Cepeda, 1991).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1 Localización.

El presente trabajo se llevo acabo en el ejido Barreal de Guadalupe, municipio de Torreón, Coahuila. El área muestreada se localiza entre los 25° 00'08.2" y 25° 00'46" de latitud Norte y los 103° 13'40.1" y 103° 14'49.3" de longitud Oeste.

4.2 Trabajo de campo.

Los muestreos de suelos se llevaron a cabo de agosto a noviembre en los cultivos de alfalfa, maíz, frijol y sorgo en este orden por la importancia que les dan los campesinos. Las muestras se trasladaron y analizaron mediante pruebas físico-químicas en el laboratorio.

4.2.1. Método de muestreo.

Fue al azar, tomando las muestras en parcelas establecidas por el equipo de investigación y los ejidatarios, en los diferentes cultivos y a distintas profundidades, las cuales fueron; 0-30 y 30-60 para maíz, frijol, sorgo y para alfalfa fue de 0-30,30-60 y 60-90, las muestras se extrajeron con una barrena para muestreo de suelos y trasportadas en bolsas de plástico con su respectiva etiqueta, las cuales contenían los datos de identificación, el tipo de cultivo, numero de muestra, fecha y profundidad; así como las coordenadas del lugar donde se extrajo la muestra del suelo.

4.3 Trabajo de laboratorio.

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Agroecología de la UAAAN, en el cual se realizaron: la preparación de muestras, determinación de textura y materia orgánica.

4.3.1. Preparación de muestras: Se puso a secar las muestras de suelo a la intemperie, en el herbario, sobre hojas de papel periódico durante 8 días posteriormente se trituraron y se pasaron por una criba de 2mm.

4.3.2. Determinación de Textura: se utilizo el método de bouyoucos.

En la actualidad este es el método más utilizado para cuantificar arena, limo y arcilla contenidos en muestras de suelo el método se basa en la ley de Stokes para partículas solidas que caen dentro de un fluido viscoso. (Narro, 1994).

4.3.3. Materia orgánica.

Para la determinación de materia orgánica se utilizo el método de Walkley y Black (1934)

$$F = \frac{10}{\text{ml de sulfato ferroso usados}}$$

$$\text{Materia orgánica} = \frac{10 - (V_2 * F) * 0.3}{\text{gr de sedimento}}$$

Donde: V_2 =volumen de sulfato ferroso gastado en la titulación del problema.

F= factor calculado.

4.3.4. Preparación de extractos para Aniones y Cationes.

Se pesaron 200 gramos de suelo y se puso en un recipiente, se le aplicó agua destilada asta el punto de saturación del suelo y se dejaron reposar durante 24 horas.

Extracción: se coloco el suelo saturado en un embudo de cerámica de buchner seco con un papel filtro para evitar el paso de material sólido del suelo, se coloco en un matraz de filtrado ajustándose con un tapón de hule monohoradado y se procedió a la extracción del líquido por medio de una bomba de sección-presión en el laboratorio, hasta quitar el exceso de agua del suelo, la cual se coloco en un tubo de ensayo, al terminar de gotear se considera que toda la solución del suelo a sido ya obtenida, se guardaron en un refrigerador para evitar reacciones. Estas determinaciones se llevaron a cabo en el Laboratorio de suelos del Instituto Tecnológico de Torreón (ITT).

4.3.5. Potencial de Hidrógeno

Estas determinaciones se llevaron a cabo en el Laboratorio de suelos del Instituto Tecnológico de Torreón (ITT) con el método del logaritmo negativo de la concentración de los iones de hidrogeno.

Procedimiento Una vez calibrado el aparato de medición de pH, se procedió a la medición de la muestra:

1. Insertar los electrodos en la muestra y leer el pH correspondiente
2. Elevar y enjuagar los electrodos con agua destilada.

4.3.6. Conductividad eléctrica:

Se determino mediante el conductivímetro directamente en los extractos obtenidos de las muestras del suelo.

Cuadro 1. Efecto de la conductividad eléctrica en los cultivos.

Suelo mg/l	Efecto
< 0.7	Nulo
0.7 – 1	Plantas sensibles (cítricos, frutales)
1 – 2	Plantas tolerantes (hortícolas)
2 – 4	Plantas muy tolerantes (cereales)
> 4	Excesivo

Fuente: Bohn, 1997.

4.4. Historial de manejo.

Otro aspecto que se abordó en campo, fue el establecimiento del historial de uso del área agrícola, mediante encuestas y talleres con los productores, así como con datos tomados de referencias documentales.

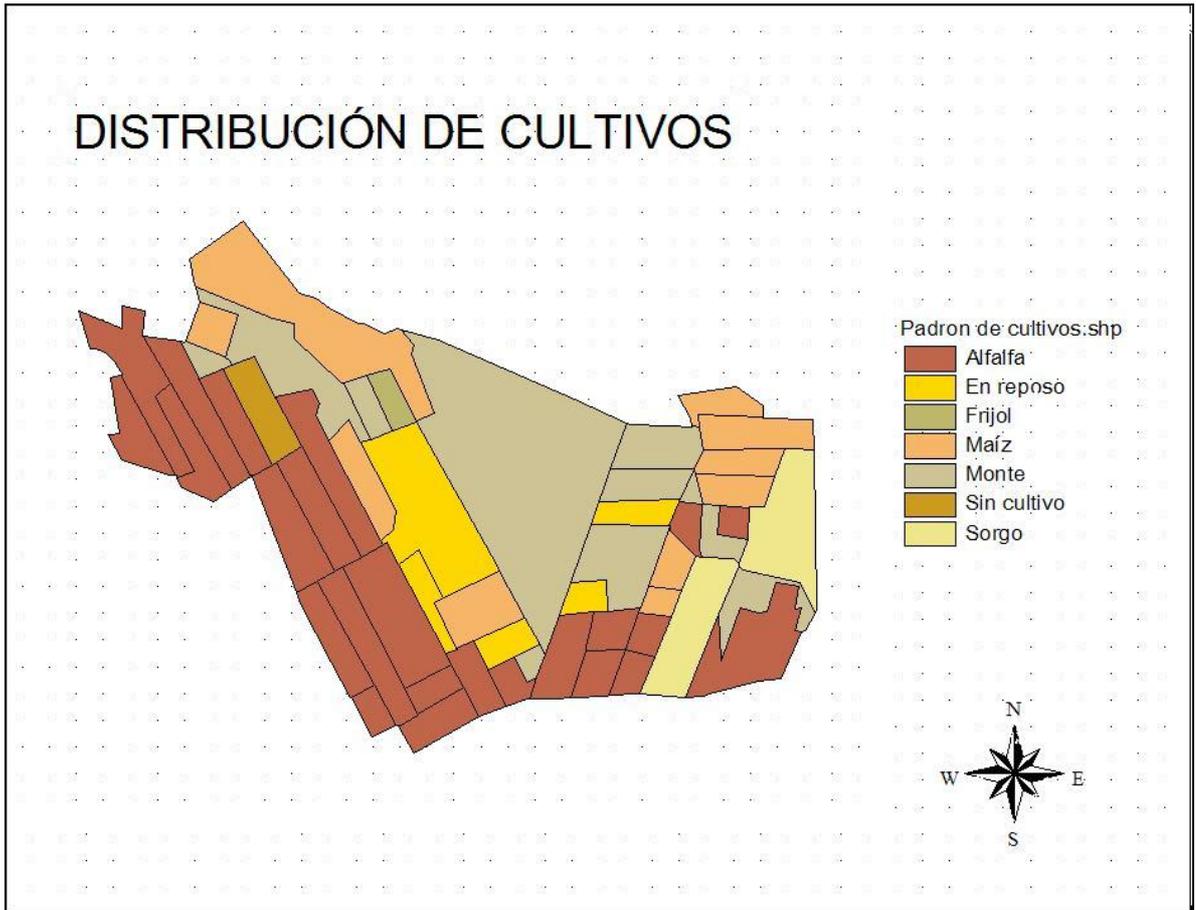


Fig. 1 Mapa de localización de parcelas.

V. RESULTADOS

5.1. Determinaciones básicas:

De acuerdo al análisis de textura en la profundidad 0-30 para los 4 cultivos evaluados predomina el migajón arcilloarenoso y en segundo lugar encontramos arcilla y en menor proporción arcilla-arenosa y migajón-arcilloso. Para la profundidad de 30-60 se tiene el mismo tipo de textura migajón arcilloarenoso, migajón-arcilloso, arcillarenoso y arcilla respectivamente (ver cuadro anexo 2).

En los resultados obtenidos del porcentaje de materia orgánica en las muestras analizadas de las profundidades 0-30, 30-60 y 60-90 se mantienen en un rango de 0.072 y 0.0795.

Las concentraciones de pH se mantienen en un rango de 7 a 8.5, a excepción de las muestras; 17 con 1.8, 12 con 2.3 y 26 con 3.35 respectivamente (ver cuadro anexo 2).

En el caso de la conductividad eléctrica se tienen los siguientes promedios para maíz 1.327 para la profundidad de 0-30 y 1.0393 para la profundidad de 30-60, y para el cultivo de alfalfa es de 0.947, 1.776 y 2.149 para 0-30, 30-60 y 60-90 respectivamente, en el caso de frijol y sorgo se tienen los siguientes resultados, frijol 0.597 y 0.643 para 0-30 y en sorgo 3.77 en 0-30 y 2.145 para la profundidad de 30-60.

En la figura 2 y 3 se muestra el comportamiento de la conductividad eléctrica en las parcelas estudiadas.

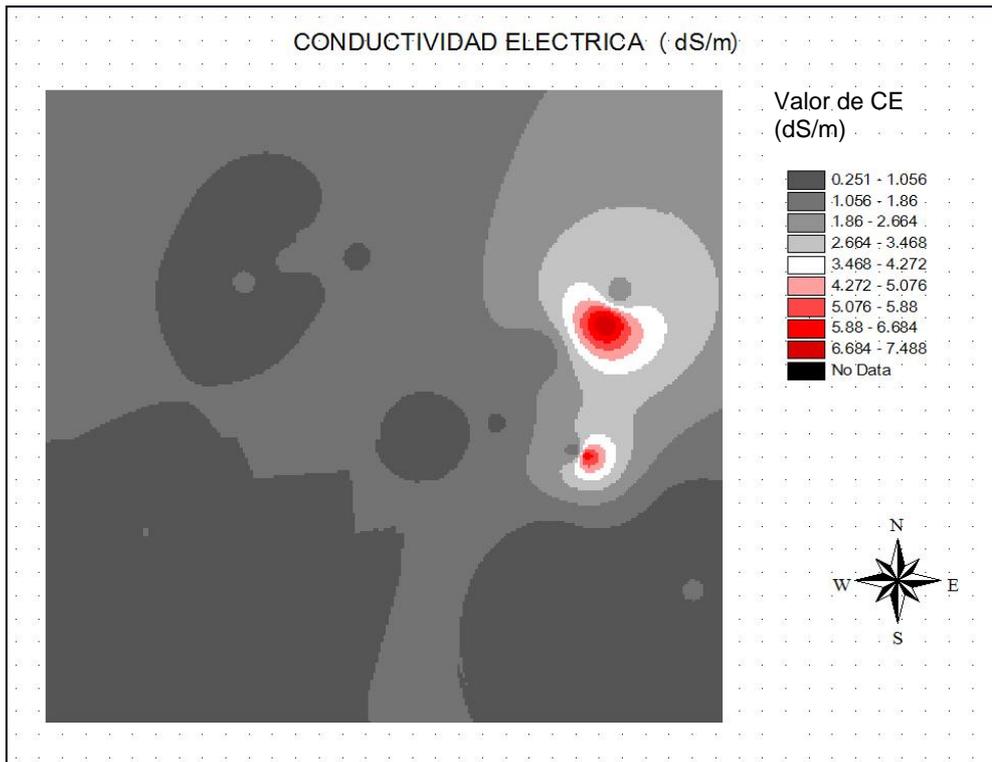


Fig.2. Comportamiento de la conductividad eléctrica en los predios estudiados a profundidad de 0-30

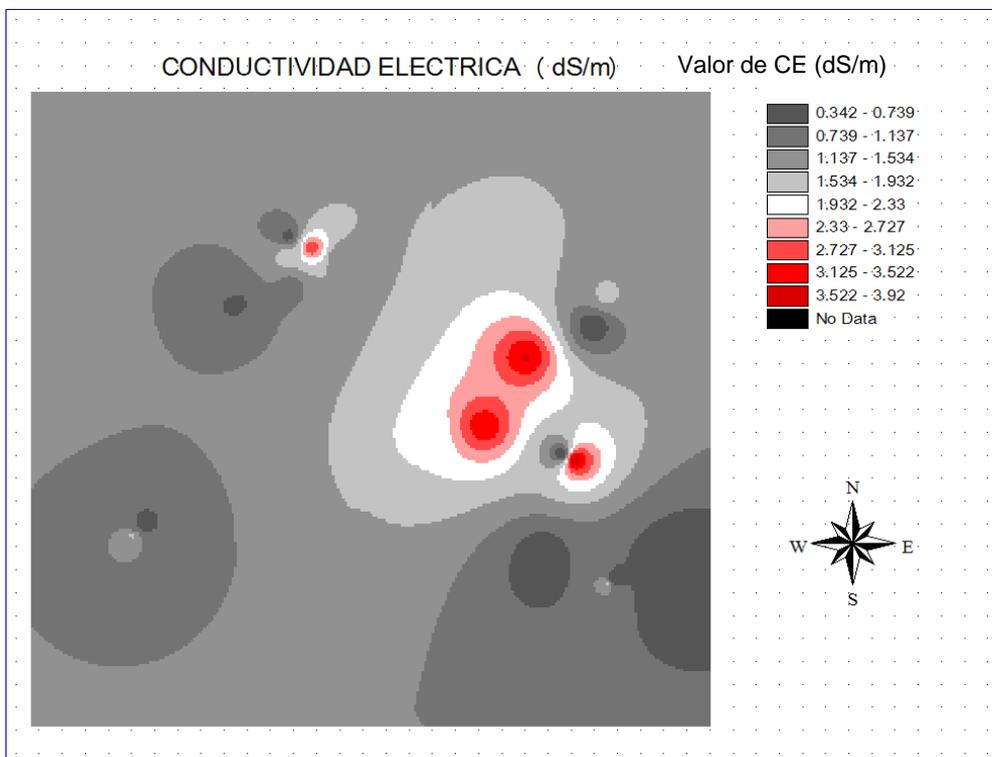


Fig. 3. Comportamiento de la conductividad eléctrica en los predios estudiados a profundidad de 30-60.

5.2 Nutrientes

Cuadro 2. Resultados promedio de la profundidad 0-30 para los cuatro cultivos estudiados

	Ca	Mg	Na	K	CO ³	HCO ³	Cl	SO ⁴
Maíz	14.735	3.268	27.768	0.995	0.075	3.648	17.65	24.570
alfalfa	14.365	2.776	24.544	0.788	0.113	3.331	14.475	23.670
fríjol	14.550	3.019	26.156	0.891	0.094	3.489	16.063	24.120
sorgo	14.458	2.898	25.358	0.839	0.103	3.410	15.269	23.895

De acuerdo con estos datos podemos determinar que en las parcelas muestreadas de maíz las concentraciones de sodio son mucho mas elevadas que en las parcelas de los otros cultivos, por lo que se tienen contaminaciones por sodio en algunas parcelas de maíz, en calcio y magnesio las concentraciones son similares en todas las parcelas muestreadas, así mismo el potasio que esta en concentraciones similares en los cuatro cultivos evaluados, en cuanto a los carbonatos las mayores concentraciones se encuentran en las muestras del suelo de las parcelas de alfalfa.

En las figuras 4y 5 se muestra el comportamiento del sodio en las parcelas de estudio para las profundidades 0-30 y 30-60 para los cuatro cultivos evaluados.

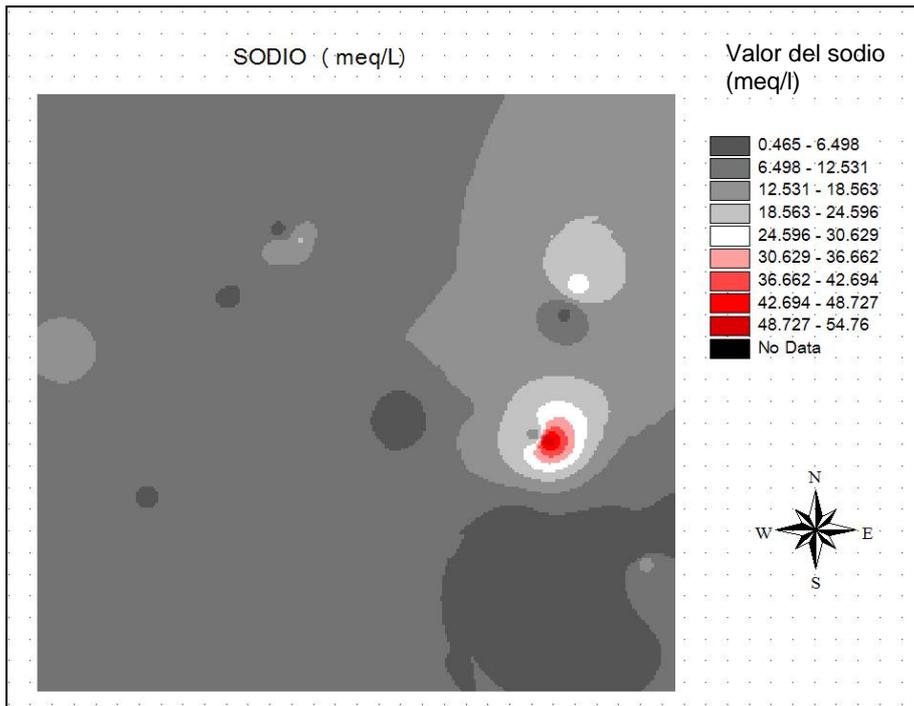


Fig. 4. Comportamiento del sodio en los predios estudiados a profundidad de 0-30

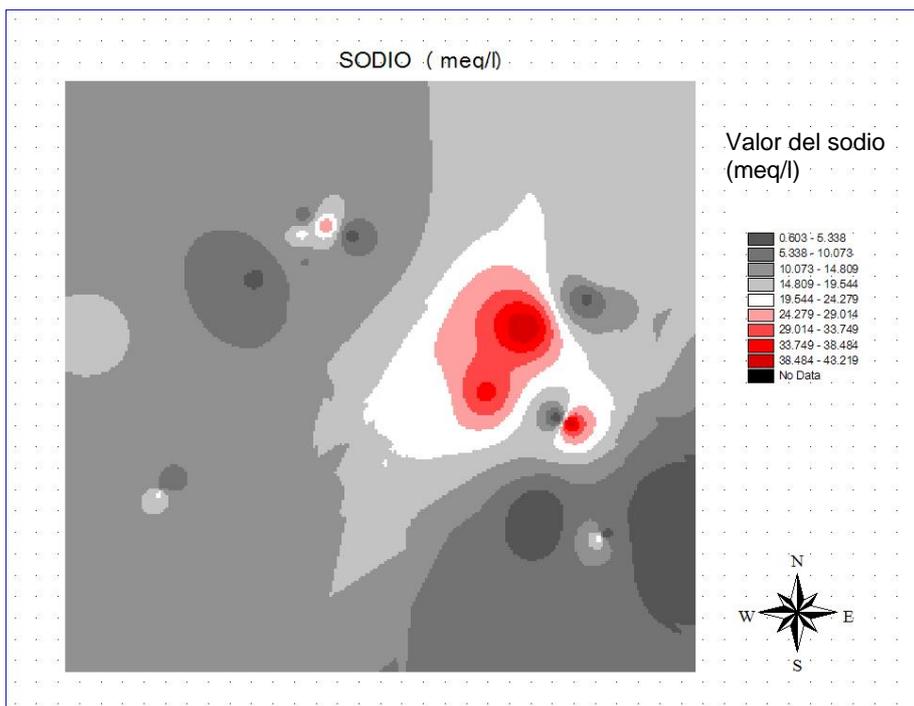


Fig. 5. Comportamiento del sodio en los predios estudiados a profundidad de 30-60

Cuadro 3. Resultados de la profundidad 30-60 en los 4 cultivos evaluados

	Ca	Mg	Na	K	CO3	HCO3	Cl	SO4
MAÍZ	5.825	1.355	10.613	0.63	0.129	3.307	2.436	11.476
ALFALFA	8.286	1.923	19.886	0.587	0.253	3.416	3.614	23.841
FRIJOL	7.32	0.683	2.067	0.627	0.133	2.953	1.7	5.22
SORGO	13.995	2.29	21.32	0.58	0.150	3.015	11.3	22.77

De acuerdo a estos resultados podemos decir que de las muestras de suelo tomadas en las parcelas de la alfalfa tienen las más altas concentraciones de los elementos evaluados.

5.3 Historial de uso del suelo.

Al encontrarse el ejido en una zona semiárida su territorio presenta una baja precipitación anual (250 mm), por lo que la actividad agrícola es limitada, se apoya con agua del río aguanaval para el riego y como dato curioso es que ellos no pueden bombear agua durante las avenidas ya que el cárcamo se llena de materiales terrosos y arena, perjudicando su sistema de bombeo.

La comunidad cuenta con una superficie total de 11,393 hectáreas de las cuales 423 están destinadas a la agricultura, 6,061.50 a los agostaderos, 4,740.50 de superficie forestal y 1680 ha para viviendas y otros usos.

La agricultura se realiza principalmente para la venta de forraje con alfalfa, cultivo perenne y sorgo anual o bianual. La diversificación de cultivos anuales es principalmente para el autoconsumo, siendo los más frecuentes el maíz y el frijol, en ocasiones sandía y/o melón.

En las prácticas de cultivo los, ejidatarios han utilizado escasos productos químicos, como lo es la Urea, MAP 11 52 00, Rugol 500, paration y un insecticida foliar según lo dicho por los propios productores. Esto se debe a los altos costos.

Con respecto a la fertilización, la alfalfa es tratada con superfosfato triple y generalmente no fertilizan el maíz, en general quienes no aplican fertilizantes químicos abonan con estiércol, sin tratar solo distribuyéndolo lo mas uniformemente posible en las parcelas de cultivo. Otra práctica común es la rotación de parcelas, principalmente las de alfalfa, cada 3 años para conservar los nutrientes del suelo.

VI.- DISCUSION.

La materia orgánica es muy importante en el suelo ya que contienen un alto contenido de humedad y nutrientes asimilables y esenciales para los cultivos, mejora la apariencia del suelo mantiene a la microfauna del suelo y mejora la estructura, en el caso de las zonas áridas el contenido medio de materia orgánica es de 1% (Bohn ,1993); en el suelo estudiado se encuentran contenidos en promedio de 0.07 por lo que el rango de materia esta muy escaso en este suelo.

En el caso del pH en un suelo de zonas áridas el rango de pH es de 7.5 a 8.5, el pH optimo para la mayoría de los cultivos es de 6 a 7, por lo que en este caso el suelo estudiado varia entre 7 y 8 lo cual se puede decir que esta entre el rango del pH para zonas áridas, los nutrientes disponibles en el suelo están relacionados con el pH, ya que un pH superior de 8.5 y por debajo de 6.5 deja muy pocos nutrientes disponibles para los cultivos.

En el suelo agrícola estudiado la conductividad eléctrica varia de entre 0.5 y 7 por lo que tiene algunos valores muy elevados, la conductividad eléctrica generalmente se asocia a la salinidad, considerando que el suelo estudiado tiene problemas de sales.

Las concentraciones optimas del contenido de elementos presentes en el suelo el caso del sodio es de 0.05 meq/l, en el suelo agrícola del Barreal de Guadalupe las concentraciones de sodio son muy elevadas en promedio se tiene 9.62 meq/l en el caso del cultivo del maíz, para el cultivo de alfalfa es de 19.105 meq/l, en frijol 2.492 meq/l, el sorgo es de 27.777 meq/l, por lo que el suelo agrícola tiene problemas de sodio.

Con respecto al uso agrícola del territorio, se considera que si bien existen los problemas típicos de las zonas áridas, como son la falta de agua y la salinización de tierras por el riego, las prácticas tradicionales de rotación de parcelas y aplicación de estiércol, así como el escaso uso de productos químicos, representan un potencial para los esquemas de producción orgánica. A lo cual se puede sumar el aislamiento del valle en que se ubica esta comunidad y su territorio.

VII. CONCLUSION.

En lo que se refiere al objetivo general, podemos considerar que el suelo agrícola del ejido Barreal de Guadalupe presenta contenidos bajos de materia orgánica, lo que nos indica problemas de fertilidad para los principales cultivos. La materia orgánica tiene las mismas proporciones en todas las muestras de suelo analizadas las cuales oscilan entre 0.072 y 0.0795 lo que se considera concentración muy baja, coincidiendo con los aridosoles de Bohn, (1993).

En cambio, los contenidos de sodio en el suelo son muy altos por lo que el suelo presenta problemas de salinidad y la mayoría de los cultivos no son tolerantes a las concentraciones altas de sales, Se puede deber a que la zona de cultivos esta situada en la parte baja de la cuenca por lo que el arrastre de materiales calcáreos hace que estos se acumulen en la tierra de cultivo.

Según el historial de manejo el suelo puede contener algunos residuos de productos químicos, ya que los productores cuando los pueden adquirir, los han aplicado a los cultivos.

De acuerdo a lo anterior se establece que la agricultura orgánica es una alternativa viable para esta comunidad, considerando los periodos de transformación y adecuación que tienen que transcurrir para su certificación.

VIII. RECOMENDACIONES.

- Aplicación de composta y/o estiércol para aumentar el contenido de materia orgánica en las parcelas para mejorar su estructura.
- Dar lavados constantes al suelo para evitar la acumulación de sodio en las capas superiores.
- Continuar con las rotaciones y promover el policultivo de frijol y maíz para el intercambio y fijación de nutrientes.
- Proponer alternativas de producción a los ejidatarios como la estrategia orgánica ante las prácticas convencionales.
- Aplicación de abonos verdes, cultivos de cobertura y manejo de "mulch" o rastrojos en los suelos agrícolas.

IX. LITERATURA CITADA:

AGROPEC, 2002, potasio. [En línea]

<http://www.agropecstar.com/portal/doctos/agronomia5.htm>(consultado 10/09/08)

Andrade. M. S., 2007. La agricultura orgánica una alternativa para el futuro. Ecuador. Pp. 77 [En línea]

<http://www.emapa.gov.ec/%5CPortalEmpresaArchivos%5Cdoc%5CPBAgricultura%20Org%C3%A1nica%20en%20Ecuador.pdf>(consultado 10/10/08)

Armenta, R. A. y Robles, Jesús, M. 2001. La Agricultura Orgánica: Expectativas de Mercado para los Productores de la Sierra de Sonora.

Braun, B. J. 1972. Fitosociología bases para el estudio de las comunidades vegetales, H. Blume ediciones, España. Pp. 335-336

Benson Institute, 2005. Fertilidad del suelo y Nutrición del Cultivo [En línea]<http://benso.byu.edu/Publication/Lessons/Spanish/Lessons/Agronomia/TPbtoumig8tv.htm>. (Consultado 12/10/08)

Bohn H.L. 1993. Química del suelo, Limusa. Grupo Noriega editores. México. pp. 155-164.

Bohn, H., McNeal, B., y O'Connor, G. 1997. Química del Suelo. Editorial LIMUSA. México. [En línea]

<http://bibagr.ucla.edu.ve/jhonny2/PRACTICA%20II.htm> (consultado 12/10/08)

Buley, M. 1994. La exportación de productos provenientes de cultivos ecológicos controlados. PROTRADE/GTZ, Eschborn, Alemania.

Cepeda, D. J. M. 1991. Química de suelos. Segunda edición, Trillas, México. pp. 65-75

Duarte, R. 1990. Contribución del representante y jefe de la misión diplomática de la FAO en México al Primer Simposium Nacional sobre Degradación de Suelos. pp. 97-103. *In*: Memorias del Simposium. Universidad Nacional Autónoma de México.

Etchevers, J.D., P. Anzástiga, V. Volke y G. Etchevers. 1986. Correlación y calibración de métodos químicos para la determinación de fósforo disponible en suelos del estado de Puebla. Agrociencia.

Gómez, A. 1998. Desarrollo De La Agricultura Ecológica En Uruguay. Curso de Agricultura Orgánica Programa de Producción Orgánica.

Hanna instruments. 1999. Análisis de suelos, ciencia y gestión del suelo. Disponible en <http://www.hannarg.com> (consultado 09/09/08)

Muñoz I. D. J., Mendoza C. A., López G. F., Soler A. A., Hernández M. M. M. 2000 Manual de análisis de suelo. Edafología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, México.

Narro E. F. 1994, física de suelos con enfoque agrícola. Trillas, México. Pp33-37

NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Diario Oficial, 12 de noviembre del 2008. [En línea]
[http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mbt/maqueda_g_ap/appendice B.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mbt/maqueda_g_ap/appendice_B.pdf) consultado 09/09/08)

Orozco, A. M. A. 2006. Fomento de la agricultura sostenible mediante el establecimiento de un sistema de garantías de calidad en los procesos productivos y de comunicación a los consumidores. Aplicación a la agricultura mexicana. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña.

Ortiz S, M. L. M., Anaya M G. y Estrada J. B. W. 1994. Evaluación, cartografía y políticas preventivas de la degradación de la tierra. Colegio de Postgraduados-CONAZA. México.

Rodríguez F. H., Rodríguez, A. J. 2002. Métodos de análisis de suelos y plantas, criterios de interpretación. Trillas, México. pp. 9

Ray P.M., 1983, La planta viviente, CONTINENTAL S.A. de C.V. México, pp. 145-151.

Velasco M., H. A. (1983) Uso y manejo del suelo, LIMUSA, México. Pp. 70

Westerman, R.L. 1990. Soil testing and plant analysis. Third ed. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

X. ANEXOS

Cuadro anexo 1. Muestras enumeradas y coordenadas de muestreo.

Punto geográfico	Elevación	N	W	cultivo	profundidad	Numero de muestra #
008	1336m	25° 00'08.2"	103° 13'40.4"	Maíz	0-30	26
					30-60	44
009	1339m	25° 00'10.9"	103° 13'40.1"	Maíz	0-30	33
					30-60	42
010	1339m	25° 00'11.1"	103° 13'40.8"	Frijol	0-30	38
					30-60	39
011	1347m	25° 00'09.2"	103° 13'41.4"	Frijol	0-30	56
					30-60	61
012	1340m	25° 00'09.0"	103° 13'48.4"	Maíz	0-30	24
					30-60	35
017	1345m	25° 00'09.4"	103° 13'47.7"	Maíz	0-30	58
					30-60	32
018	1350m	25° 00'10.1"	103° 13'55.5"	Maíz	0-30	59
					30-60	41
019	1357m	25° 00'12.2"	103° 13'55.6"	Maíz	0-30	36
					30-60	40
020	1333m	25° 00'22.4"	103° 13'53.3"	sorgo	0-30	20
					30-60	15

021	1341m	25°00'21.8"	103°13'51.9 "	sorgo	0-30	17
					30-60	16
022	1336m	25° 00'25.4"	103° 14'01.9"	alfalfa	0-30	62
					30-60	60
					60-90	63
023	1335m	25° 00'24.5"	103°14'09.0 "	Maíz	0-30	55
					30-60	22
024	1324m	25° 00'24.5"	103° 14'09.0"	alfalfa	0-30	28
					30-60	29
					60-90	43
026	1327m	25° 00'14.6"	103° 14'41.7"	Maíz	0-30	23
					30-60	6
028	1324m	25° 00'15.52	103° 14'41.1"	Maíz	0-30	31
					30-60	45
029	1319m	25° 00'15.7"	103° 14'40.4"	Maíz	0-30	13
					30-60	30
030	1326m	25° 00'39.6"	103°14'30.1 "	Maíz	0-30	9
					30-60	3
031	1327m	25° 00'38.8"	103° 14'29.9"	Maíz	0-30	52
					30-60	46
032	1338m	25° 00'45.3"	103°14'23.8 "	alfalfa	0-30	12
					30-60	8
					60-90	19

033	1341m	25° 00'46"	103° 14'25.0"	alfalfa	0-30	53
					30-60	27
					60-90	14
034	1330m	25° 00'43.3"	103°14'24"	alfalfa	0-30	25
					30-60	37
					60-90	18
035	1328m	25° 00'40.1"	103° 14'23.6"	Maíz	0-30	34
					30-60	11
036	1330m	25° 00'44.1"	103° 14'21.1"	Sorgo, maíz	0-30	49
					30-60	48
037	1330m	25° 00'43"	103° 14'18"	frijol	0-30	10
					30-60	51
038	1349m	25° 00'35.6"	103° 13'49.6"	maíz	0-30	7
					30-60	50
039	1348m	25° 00'38.7"	103° 13'48.1"	maíz	0-30	4
					30-60	5
040	1344m	25° 00'32.3"	103° 14'49.3"	alfalfa	0-30	21
					30-60	47
					60-90	2
041	1342m	25° 00'32.5"	103° 13'57.2"	alfalfa	0-30	54
					30-60	1
					60-90	57

Cuadro anexo 2. Resultados físico-químicos de las muestras.

No. Muestra	TEXTURA	Materia orgánica (%)	pH	C.E.	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄
26	migajón arcilloarenoso	0.074	<u>3.35</u>	1	8	0.6	16.9	0.9	0	0.7	4.9	14.4
44	arcilla arenosa	0.074	7.75	0.5	6.6	0.47	0.58	0.38	0	3.08	1.3	5.38
33	migajón arcilloarenoso	0.075	8.01	0	3	0.4	0.43	0.6	0.2	3.5	0.9	0.24
42	migajón arcilloso	0.076	8.6	0	5	0.6	0.6	1.2	0.2	3.3	1.3	1.87
24	migajón arcilloarenoso	0.075	8.7	0	3	0.3	0.6	0.7	0.3	1.8	1.9	0.24
35	Arcilla	0.076	8.37	2	6	2.1	23.3	0.6	0.2	3.7	3.5	23.1
58	Arcilla	0.076	8.1	0	4	0.5	1.21	1.2	0.2	2.9	1.3	2.48
32	migajón arcilloarenoso	0.073	7.95	0	4	0.4	0.7	0.6	0.2	2.6	0.9	1.72
59	migajón arcilloarenoso	0.076	7.85	1	6	1.2	1.3	1.2	0.2	3.9	4.9	0.24
41	migajón arcilloso	0.075	8.15	0	4	0.9	1.61	0.8	0.2	3.5	1.34	1.81
36	migajón arcilloarenoso	0.076	7.98	0	3	0.7	3.39	0.7	0.1	3.7	1.3	2.04
40	Arcilla	0.077	8.4	0	4	1	1.8	0.9	0	2.6	0.9	3.95
55	Arcilla	0.078	7.91	2	6	2.5	21.9	1	0.2	3.7	4.7	20.9
22	Franco	0.073	8.18	2	9	2.5	21.2	0.7	0.2	3.8	5.3	23.2
23	Arcilla	0.079	8.17	1	5	1.4	12.2	0.7	0.2	4.6	0.7	13
6	migajón arcilloso	0.079	7.83	2	5	1.8	21.2	0.7	0	3.6	2.3	21.9
31	Arcilla	0.078	8.13	1	2	0.7	8.69	0.5	0.3	4.7	0.5	6.11
45	migajón arcilloarenoso	0.077	8.48	1	2	0.6	8.59	0.5	0.2	3.8	1.3	2.04
13	migajón arcilloarenoso	0.077	8.36	0	2	0.6	4.7	0.6	0.2	4.3	1.3	1.6
30	migajón arcilloso	0.077	8.46	0	2	0.5	6.98	0.4	0.2	3.8	1.1	3.85
9	migajón arcilloarenoso	0.075	7.54	1	11	1	12.3	0.8	0	2.3	5.3	15.9
3	Arcilla	0.075	7.67	1	9	0.9	9.59	0.8	0	2.1	3.3	14.2
52	migajón arcilloarenoso	0.075	8.8	0	4	0.4	2.08	0.7	0.1	3.1	1.1	2.56
46	migajón arcilloarenoso	0.074	7.91	0	4	4.7	1.86	0.5	0.2	2.8	1.3	2.04
34	Arcilla	0.075	8.26	1	3	0.7	11.1	0.5	0	3.6	2.7	9.02
11	arcilla arenosa	0.074	8.2	1	3	0.5	9.86	0.5	0	3.8	1.9	7.47

49	migajón arcilloarenoso	0.077	8.3	2	9	1.5	19.1	0.6	0.2	4.3	3.3	21
48	migajón arcilloarenoso	0.075	7.95	3	22	1.6	28.1	0.4	0	3.7	6.5	41.6
7	arcilla arenosa	0.077	8.26	8	3	0.6	5.51	0.7	0.3	5.2	0.9	2.56
50	migajón arenoso	0.074	8	0	2	0.5	4.51	0.4	0.2	3.9	0.9	2.81
4	migajón arenoso	0.079	8	2	17	4.6	26.7	1.6	0.3	3.8	10.9	34.1
5	migajón arcilloarenoso	0.076	8.14	2	7	1.9	19.3	0.7	0.2	2.7	4.7	20.5
62	migajón arcilloarenoso	0.075	8.55	1	4	0.8	12.2	1.4	0.2	7.6	4.3	5.32
60	migajón arcilloarenoso	0.075	8.19	3	18	2.1	35.2	1.3	0.2	3	1.5	49.5
63	migajón arcilloarenoso	0.074	7.18	4	22	2.8	45.6	0.7	0	2	12.3	55.7
28	migajón arcilloarenoso	0.08	8.3	0	4	1.2	2.83	0.8	0.2	5.2	1.15	10.4
29	migajón arcilloarenoso	0.075	8.19	1	3	0.8	5.69	0.4	0.2	3.8	1.1	1.45
43	migajón arcilloarenoso	0.075	8.57	1	2	0.5	4.69	0.5	0.2	4.7	1.34	3.39
12	migajón arcilloarenoso	0.076	<u>2.3</u>	1	3	1	3.63	0.6	0	4.3	2.9	0.24
8	migajón arcilloarenoso	0.074	8.2	0	2	0.6	6.88	0.4	0.2	3.3	1.1	4.46
19	migajón arcilloso	0.073	8.29	1	3	0.6	7.47	0.4	0	2.8	2.1	9.66
53	migajón arcilloarenoso	0.074	8.46	0	2	0.6	7.39	0.3	0.3	4.5	1.1	4.16
27	migajón arcilloarenoso	0.074	8.18	1	4	1.2	10.5	0.3	0.2	3.2	0.9	23.8
14	migajón arcilloarenoso	0.073	8.17	1	6	1.2	12.4	0.3	0.2	3	3.9	11
25	migajón arcilloarenoso	0.075	8.16	1	5	1.1	17.4	0.6	0.2	4.3	1.9	0.24
37	migajón arcilloarenoso	0.074	8.16	2	7	0.9	21.1	0.5	0	3.77	6.7	18.6
18	Arcilla	0.074	8.1	2	8	0.9	21.5	0.4	0	3	6.7	19.3
21	arcilla arenosa	0.076	8.54	1	4	1.5	13.5	0.5	0.2	4.2	2.5	12.9
47	arcilla arenosa	0.074	8.38	1	6	1.9	16.6	0.6	0.2	3.1	5.3	15.8
2	Arcilla	0.074	8.19	2	12	3.3	23	0.7	0	2.2	8.5	27.1
54	arcilla arenosa	0.076	8.4	1	4	1.5	15.1	0.4	0.3	5.2	2.9	11.7
1	migajón arcilloarenoso	0.076	8.1	4	18	6	43.2	0.8	0.8	3.8	8.7	53.3
57	migajón arcilloarenoso	0.074	8.02	5	20	8	75.3	0.8	0	3	11.3	85.4

38	Arcilla	0.075	8.2	0	4	0.5	0.8	0.6	0	3.2	0.5	1.74
39	migajón arcilloso	0.074	7.76	0	4	0.5	0.6	0.5	0.2	3.8	0.5	0.89
56	migajón arcilloarenoso	0.075	8.15	1	4	0.5	1.21	1.4	0.3	2.5	0.9	3.42
61	migajón arcilloarenoso	0.075	8.07	0	5	0.4	1.82	0.9	0.2	2.9	1.1	3.31
10	migajón arcilloarenoso	0.057	8	1	8	0.7	6.74	0.7	0	2.9	2.9	9.7
51	migajón arcilloarenoso	0.074	7.64	1	13	1.2	3.78	0.5	0	2.2	3.5	11.5
20	Arcilla	0.078	8.42	1	5	1.6	13.6	0.6	0	4.6	2.1	13.1
15	migajón arcilloarenoso	0.075	7.63	0	4	0.3	0.65	0.4	0	2.6	1.3	1.48
17	Arcilla	0.078	<u>1.8</u>	6	26	6.9	54.9	2.3	0	3.9	45.9	39.6
16	Arcilla	0.077	7.9	4	24	4.3	42	0.8	0.3	3.4	21.3	44.1