

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE SUELO



Incorporación de residuos de cosecha para un manejo adecuado del suelo en Ejido Derramadero, municipio de Saltillo Coahuila.

Por:
ODON ALVA ALVA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener El título De:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Saltillo, Coahuila, México
Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN INGENIERIA


DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE SUELO

Incorporación de residuos de cosecha para un manejo adecuado del
suelo en Ejido Derramadero, municipio de Saltillo Coahuila.


Por:
ODON ALVA ALVA

TESIS
**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO
DE:
INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL**


Aprobada por:



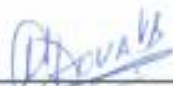
Dr. José de Jesús Rodríguez Sahagún
Asesor principal



M.C. Fidel Maximiano Peña
Ramos
Asesor



Ing. Víctor Gabriel Tapia
González
Asesor



M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala
Asesor





M.C. Sergio Sánchez Martínez
Coordinador de la División de Ingeniería

Agradecimiento

A Dios y mi abuelita por darme las fuerzas para seguir adelante, a pesar de las adversidades que se presentaron en este camino hacia uno de mis sueños, por guiar mis pasos y cuidar de mí, por darme una familia maravillosa y por todas las bendiciones que me ha regalado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro mi ALMA TERRA MATER, por brindarme el espacio de ser parte de ella y contribuir en mis sueños e ilusiones.

Le agradezco al Dr. José de Jesús Rodríguez Sahagún como asesor principal por su apoyo y ayuda en la elaboración de la investigación en la presente tesis.

A mis asesores M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos, Ing. Víctor Gabriel Tapia González, M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala.

Mi prima y familia Angélica Cabanzo Atilano y Silvano Atilano Alva e hija Sharon Atilano Cabanzo por su sacrificio en estos años gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí en convertirme en lo que soy es un privilegio ser parte de su familia.

Mi primo Iván Cabazon Atilano para mi eres como un hermanó que nunca tuve te lo dedico esta tesis por tu apoyo y confianza que me dedicaste toda la vida más en esta carrera que siempre estuviste ahí en cuando te necesite

Dedicatorias

*A mis dos primos que fueron como mis padres **Angélica Cabanzo Atilano** e **Iván Cabanzo Atilano** les dedico este trabajo por apoyarme y confiarme en todo momento por esa gran fortaleza que me inyectan y por ser simplemente grandes personas y brindarme apoyo y simpatía en todos los momentos de mi vida, gracias por estar desde el inicio hasta el final de mi carrera.*

Mis Tíos y Primos: A todos por su apoyo, consejos y motivaciones a seguir adelante, gracias por el cariño demostrado y aunque al principio pocos confiaron y creían en mí, sé que en estos momentos tengo su confianza para seguir adelante y demostrarlo que en esta vida todo se puede cuando confía en uno mismo.

*A mi novia **Genoveba Sánchez Sánchez** gracias mi vida por llegar a mi vida eres una gran ser humano que llego a mí y me hiciste creer en todo te lo dedico este trabajo tanto a ti y a **Ulises** que para mí eres la persona más linda que he conocido, gracias mis amores los amo mucho y vamos por más
TE AMO GENO*

*A señora **Sonia Ramírez Rocha** le quiero agradecer de todo corazón por todo el apoyo que me brindo en todos estos años y por las motivaciones siempre los llevare en el corazón su familia su papá don juan que descanse en paz y su mamá son unas personas lindas y únicas.*

A todos mis amigos del trabajo y de la escuela gracias por cada sonrisa que me brindaron y sus buenos deseos.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. HIPOTESIS	4
III. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivos generales.....	4
3.2 Objetivos específicos.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.	5
4.1 Generalidades.....	5
4.2 Cultivos asociados: Implantación de Maíz con Caupi (Vigna Sinensis).....	7
4.3 Preparación del suelo.....	8
4.3.1 Conceptos básicos de labranza.....	8
4.4 Beneficios al aplicar Materiales Orgánicos.....	10
4.5 Materia orgánica.....	11
4.6 Residuos de cosecha.....	12
4.7 Ciclo de nutrientes.....	12
4.8 Labranza de conservación.....	13
4.9 Disponibilidad de nutrientes.....	15
4.10 Carga de nutrientes del suelo.....	15
4.11 El agua en la producción intensiva agrícola.....	16
4.12 Uso de tecnología de precisión.....	16
4.13 Humedad.....	17
4.14 Precipitación.....	18
V. MATERIALES Y MÉTODOS	19
5.1 Localización del área del trabajo.....	19
5.1.1 Población en El Derramadero.....	19
5.1.2 Estructura económica.....	19
5.2 Los materiales utilizados en el campo fueron los siguientes:.....	20

5.3 Método de Muestreo de suelos para obtener materia orgánica.	20
5.4 Determinación de materia orgánica en el suelo.	21
5.5 Método para toma de muestras y determinación de textura.	21
5.6 Determinación de Textura Método de Bouyoucos.	22
5.7 Determinación para el contenido de humedad.....	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	25
6.1. Análisis de varianza (ANVA).....	26
6.2 Materia orgánica 2018 (MO2018).	26
6.3 Porciento de Materia orgánica 2019 (%MO2019).	28
6.4 Porciento de Humedad 2018 (%HUM2018).....	29
6.5 Porciento de humedad 2019 (%HUM2019)	30
6.6 interacciones -Tratamiento-Textura.	31
VII. CONCLUSION.....	32
VIII. BIBLIOGRAFIA.	33
IX. ANEXOS.....	40
Anexo1. Plano y sus medidas de la parcela donde se realizó el proyecto.	40
Anexo 2. Diagrama Ombrotermico De Gaussen.....	41
Anexo 3. Registro de datos climatológicos de la estación de San Juan de la Vaquería.	41
Anexo 4. Concentrado de datos del registro climatológicos del cuadro anterior.	42
Anexo 5. Comportamiento climático anual (Temperatura, Precipitación y Evaporación).	42
Anexo 6. Registro de datos climáticos de los meses en estudio.....	43
Anexo 7. Periodo de estudio, Temperatura (°C) Precipitación y Evaporación en (mm) en 4 meses.....	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Las determinaciones de la propiedades físicas y químicas realizadas.	24
Cuadro 2. Resultados textura de cada borde de la parcela.	25
Cuadro 3. Promedio de materia orgánica en las clases texturales.....	27
Cuadro 4. Análisis de varianza para Porcentaje de materia orgánica 2019 (%MO2019) en dos condiciones de barbecho, tres corte de materia seca en maíz y textura.	28
Cuadro 5. Análisis de varianza para Porcentaje de humedad 2018 (%H2018) en dos texturas.	29
Cuadro 6. Análisis de varianza para Porcentaje de humedad 2019 (%H2019) en dos condiciones de barbecho, tres tipos de corte de materia seca en maíz y textura. .	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La parcela donde se realizó el trabajo de investigación en el ejido Derramadero.	19
Figura 2. Método sistemático para la toma de muestras.....	20
Figura 3. Diseño de la parcela en donde se tomaron las muestras de textura.	21
Figura 4. Muestreo para determinar textura.....	22
Figura 5. Muestreo para determina el contenido de humedad.	23
Figura 6. Medición de la parcela, se dividió en dos parcelas grandes y esta a su vez se subdividieron en tres parcelas chicas, haciéndose cuatro repeticiones o bloques.	23
Figura 7. Los dos tipos de texturas encada muestra de la parcela.	25
Figura 8. La materia seca de maíz en tres tratamientos diferentes de corte	26
Figura 9. Porciento de materia orgánica con dos bloques.	27
Figura 10. Efecto de la interacción de tratamiento y textura.	28
Figura 11. contenido de humedad 2018 con dos tipos de texturas	29
Figura 12. Humedad en el suelo con los dos tipos de condiciones.	31
Figura 13. Interacción de todos los tratamientos con las dos texturas.	31

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Ejido Derramadero, consistió en la evaluación de diferentes cortes de residuos de cosecha: 1) tradicional, sin dejar nada en el suelo, 2) corte a 25 cm y 3) corte a 50 cm sobre la superficie del suelo; Para la incorporación de Materia Orgánica (rastrojo de maíz) del que se obtuvo al fin de la temporada, con el objeto de aumentar el contenido de la Materia Orgánica y la capacidad de retención de humedad en el suelo. Lo anterior se distribuyó en un diseño de bloques al azar con tres tratamientos (Cortes) y cuatro repeticiones con un arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande representó las condiciones de manejo de suelo (barbecho y sin barbecho) y las parcelas chicas los tratamientos. Las variables del suelo evaluadas: a) Porcentaje de Humedad 2018 (%HUM2018), b) Porcentaje de materia orgánica 2019 (%MO2019), c) Porcentaje de humedad 2019 (%HUM2019) y la d) interacción Tratamiento-Textura. La interpretación de los resultados indica que %MO2019 **no mostró** efecto positivo, pero en la variable (%HUM2019), con la condición de barbecho superó al testigo en un 2.06 puntos porcentuales, registrándose un **efecto positivo**. En la interacción no se mostró diferencia significativa, aunque numéricamente se observó diferencia en los tratamientos. En este caso el efecto positivo lo mostró la interacción condición de manejo de suelo y la variable %HUM2019. De acuerdo a la hipótesis, tiene efecto positivo al incorporar materia orgánica incrementa el contenido de humedad en el suelo analizado.

Palabras claves: Materia Orgánica; Humedad del Suelo; Textura y Manejo del Suelo.

I. INTRODUCCIÓN.

El suelo es un recurso esencial y una parte vital del entorno natural en el cual la mayoría del alimento mundial es producido. Del mismo modo, el suelo aporta el espacio vital para los seres humanos, así como servicios ambientales esenciales importantes para la regulación y el abastecimiento de agua, regulación del clima, conservación de la biodiversidad y servicios culturales. No obstante, los suelos se encuentran bajo presión debido al crecimiento poblacional, la mayor demanda alimenticia y la competición por los usos del suelo. Aproximadamente el 33% de los suelos mundiales están degradados y dirigentes políticos de todo el mundo están explorando posibilidades con el fin de adoptar el desarrollo sostenible por medio de los objetivos del desarrollo sostenible. A pesar de que la importancia del suelo parece clara, en el pasado no ha recibido la necesaria atención en lo referente a uso y gestión, ya que se consideraba como un recurso infinito que siempre brindaría servicios eco sistémico. Sin embargo, la realidad es distinta y existe una necesidad urgente por sensibilizar sobre la importancia del suelo y especialmente por protegerlos y usarlos de manera sostenible (FAO, 2015)

La agricultura se ha desarrollado significativamente en los últimos años y según el relevamiento realizado por Echeverría y Ferrari (1993), la intensificación del uso agrícola del suelo ha provocado una disminución en el contenido de materia orgánica y P disponible. Asimismo, los usos de labranzas convencionales en zonas con cultivo de cosecha gruesa expuestas a efectos erosivos de precipitación durante la época de lluvia constituyen un alto riesgo que favorece la degradación de los suelos. Ante los problemas de erosión, degradación de las propiedades físicas y químicas del suelo y déficit hídricos estivales, la introducción de labranzas conservacionistas, que mantienen altos niveles de rastrojo en superficie podría contribuir a solucionar los problemas mencionados anteriormente.

La degradación del suelo es definida como la pérdida de su calidad que le impide cumplir de manera adecuada sus diferentes funciones tanto en lo productivo como en lo ambiental, debido principalmente al deterioro que sufren sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Todo suelo virgen, donde no ha intervenido la mano del hombre, se encuentra en un equilibrio dinámico con el clima, vegetación nativa, roca madre, etc. Cuando este recurso comienza a ser utilizado de manera inadecuada, se rompe su equilibrio, desencadenando una serie de cambios negativos en sus propiedades físicas, químicas y biológicas; lo que provoca una pérdida de su calidad natural y con el tiempo su degradación recurrente, tal como ocurre en un proceso de erosión hídrica o eólica (ORSAG, 2010).

Los abonos orgánicos se han utilizado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada (Piccinini et al., 1991), aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo, varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Los abonos orgánicos pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de patógenos del suelo; además, sirven como fertilizantes y mejoradores del suelo (FAO, 1991); y presentan una amplia variación de efectos que dependen del material aplicado y de su grado de descomposición (Abawi y Thurston, 1994).

El uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva de suelos degradados. La adición de residuos vegetales o estiércoles incrementa la actividad y cantidad de la biomasa microbiana del suelo, que en los cultivados varía de 100 a 600 mg kg⁻¹ (Anderson y Domsch, 1989). Una forma de mejorar el manejo del estiércol para evitar la pérdida de nutrimentos es separarlo en sus fracciones líquida y sólida, e incorporar el composteado o inyectar la fracción líquida al suelo o a cualquier otro sustrato en distintos sistemas de producción. De tal manera que el éxito de estos

productos radica en la forma de preparación, calidad del compostaje, clases de microorganismos presentes durante la fermentación (Capulín-Grande et al., 2001).

El hombre conoce al suelo desde tiempos muy remotos, mostrando mayor interés desde el momento en que se volvió sedentario, cuando comenzó a cultivar sus alimentos, fue entonces cuando debido a la necesidad de conocer el suelo tuvo que buscar características diferentes entre estos para poder así iniciar una diferenciación que le ayudara a identificar cuales suelos le favorecían para cultivar sus alimentos.

El suelo es considerado como uno de los recursos naturales más importantes, de ahí la necesidad de mantener su productividad, para que a través de él y las prácticas agrícolas adecuadas se establezca un equilibrio entre la producción de alimentos y el acelerado incremento del índice demográfico.

El suelo es esencial para la vida, como lo es el aire y el agua, y cuando es utilizado de manera prudente puede ser considerado como un recurso renovable. Es un elemento de enlace entre los factores bióticos y abióticos y se le considera un hábitat para el desarrollo de las plantas.

II. HIPOTESIS

En dos condiciones de manejo de suelo se mejora el contenido de humedad y materia orgánica por lo menos en uno.

III. OBJETIVOS.

3.1 Objetivos generales.

Determinar el contenido de materia orgánica y contenido de humedad del suelo para su mejor manejo

3.2 Objetivos específicos.

- Analizar el contenido de materia orgánica en un lapso en un año
- Medir el contenido de humedad en un periodo de manejo de un año.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1 Generalidades.

En México, el aprovechamiento de residuos de maíz no se restringe simplemente a su utilización como mantillo, debido a que su uso puede variar en forma considerable entre e incluso dentro de regiones (Erenstein, 1997). La alimentación del ganado con los residuos de maíz como fuente de forraje es común durante la estación seca y puede ser a través del pastoreo directo, o bien, mediante la extracción total del rastrojo fuera de la parcela. En algunas regiones, el residuo se deja sobre el terreno y se incorpora mediante el arado, debido a que su valor económico es mínimo, y, en otras regiones, el residuo se quema para “limpiar” la parcela (Mendoza *et al.*, 1993).

La cantidad de residuos que se deja inicialmente sobre la superficie del suelo cambia a través del tiempo y está condicionada por la ocurrencia de varios factores. La velocidad del proceso de descomposición modifica la presencia de residuos y depende, en principio, de las condiciones de temperatura, humedad y actividad biológica. El consumo de los residuos que el ganado aprovecha como alimento modifica su cantidad y depende, en gran parte, de la intensidad, la duración y la existencia de otras fuentes de forraje. Cada región, dada su condición ambiental y socioeconómica, tiene características particulares para el desarrollo de la labranza de conservación (Van Nieuwkoop *et al.*, 1992; Bravo *et al.*, 1993).

A escala global, la erosión hídrica es el proceso dominante en la degradación de suelos inducida por intervenciones humanas, el cual afecta a cerca de 11 millones de km² (= 8.5% de los 130 millones de km² de tierras en la superficie del globo terráqueo). En conjunto, la erosión hídrica (10.94 millones de km²), la erosión eólica (5.49 millones de km²), la degradación química (2.39 millones de km²) y la degradación física (0.83 millón de km²) afectan, en

diferentes niveles de intensidad, casi 20 millones de km ², esto es, 15% de la superficie global de tierras, o aproximadamente 66% de las tierras potencialmente arables en todo el mundo (Oldeman, 1994, citado por Zinck, 2005).

De los procesos que determinan el cambio en el uso del suelo, algunos han recibido especial atención, como son los casos de la deforestación (es decir, el cambio permanente de una cubierta dominada por árboles hacia una que carece de ellos), la alteración (también llamada degradación y que implica una modificación inducida por el hombre en la vegetación natural, pero no un remplazo total de la misma) y la fragmentación (la transformación del paisaje dejando pequeños parches de vegetación original rodeados de superficie alterada) (SEMARNAT, 2013).

La incorporación de materiales orgánicos, tales como los estiércoles, el rastrojo de maíz o los residuos de la cobertura de leguminosas, son prácticas de manejo agrícola realizadas por los productores campesinos para disminuir o hacer más eficiente el uso de fertilizantes inorgánicos en el sistema de producción de maíz. Las enmiendas orgánicas aportan al suelo materia orgánica y nutrientes, con lo que se favorece la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas (Pool-Novelo *et al.*, 2000); sin embargo, tienen una baja concentración de algunos macro nutrientes, principalmente de nitrógeno y fósforo, comparado con los fertilizantes. Por ello, la cantidad, calidad y variedad de los residuos orgánicos retornados al suelo es un factor clave que regula la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la estabilidad del reciclaje nutrimental en los sistemas agrícolas (Swift y Anderson, 1993).

Ante esta problemática, se planteó un cambio de paradigma en la producción de alimentos en campo; es decir, alcanzar la seguridad alimentaria y a su vez conservar los agro-ecosistemas (Brady y Weil, 1999). La FAO (1998), propuso el manejo nutrimental integral, que consiste en la sustentabilidad del suelo para aportar nutrientes y uso racional en el manejo de las fuentes de los mismos. Este sistema pretende optimizar todos los aspectos del ciclo de nutrientes

con la sincronía entre la demanda del cultivo y la liberación de estos por el suelo, reduciendo al mínimo las pérdidas por lixiviación, escorrentía, volatilización e inmovilización.

La velocidad de las transformaciones de los residuos orgánicos depende de la naturaleza y composición de los mismos: rápida en residuos vegetales verdes, jóvenes y ricos en nitrógeno, azúcares solubles y sales minerales, y lenta en residuos viejos, secos, ricos en celulosa y lignina y pobres en azúcares solubles y en nitrógeno. En cualquiera de los casos, no obstante, el proceso requiere disponer de tiempo suficiente antes de la siembra o plantación del siguiente cultivo. De lo contrario se puede presentar un efecto depresivo en el cultivo posterior como resultado de la baja disponibilidad de nitrógeno (hambre de nitrógeno) debida a su inmovilización por los microorganismos y de la reducción del crecimiento radicular debida al efecto inhibitor de la micro flora de descomposición. Los anteriores inconvenientes pueden ser obviados incorporando nitrógeno orgánico o mineral al residuo, siempre y cuando se disponga de tiempo suficiente entre cultivos.

4.2 Cultivos asociados: Implantación de Maíz con Caupi (*Vigna Sinensis*).

Los objetivos de esta técnica (cultivos asociados) son, para el caso de suelos degradados, realizar grandes aportes de materia orgánica proporcionando cobertura y otro casos aumentar y sostener la rendimientos del cultivo principal (maíz) agregando un rendimiento adicional de granos de caupí, un mayor y mejor aporte de masa seca al suelo; un mayor de contenido de nitrógeno; aumenta de la infiltración y disminución de la escorrentía; como así también ayuda en el control de malezas y aporta a mantener la biodiversidad, dentro de la parcela productiva y el predio familiar. Uno de los resultados más impactantes de esta asociación de cultivos es el incremento del rendimiento del maíz de 50% comparado con el cultivo de maíz solo (Olivares y Kees, 2004).

La integración de leguminosas de cobertura en los sistemas de producción, es una opción para mejorar la fertilidad del suelo. Estas especies pueden fijar el N de la atmósfera y mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. También pueden reducir la erosión, aumentar la actividad biológica en el suelo y controlar las arvenses y plagas del suelo, su empleo como alimento o forraje (Binder, 1997).

Las leguminosas para cobertura deben evaluarse en cuanto a la interferencia (competencia y alelopatía), producción de biomasa. También es importante su papel en el reciclaje de nutrientes y en la calidad del suelo, entre otras cosas. Además, deben considerarse la distribución estacional de la humedad y su acumulación anual para la siembra de las leguminosas. Ello determina si el manejo de la cobertura será en rotación, intercalación o relevo (Buckles y Barreto, 1996).

4.3 Preparación del suelo.

4.3.1 Conceptos básicos de labranza.

La labranza puede ser definida como la manipulación química, física o biológica de los suelos para optimizar la germinación, la emergencia de las plántulas y el establecimiento del cultivo. Hoy día, esta definición incluye todas las operaciones involucradas en la producción de un cultivo, tales como el corte o triturado de los residuos, la siembra, la aplicación de pesticidas y fertilizantes y la cosecha, aun cuando el suelo no sea labrado, lo cual tendrá una marcada influencia en la condición del mismo (Siemens y Dickey, 1987).

La disponibilidad de N influye sobre los niveles de C del suelo, en una gran variedad de formas. El efecto más claro es a través del incremento de los volúmenes de residuos aportados por las plantas. Según los niveles de fertilización empleados y la extracción de nutrientes producida, se modifica la velocidad de descomposición de esos restos, encontrando algunos casos con decrecimiento del C orgánico del suelo como respuesta a adiciones bajas de N.

Por el contrario, adiciones anuales de 80 kg/ha de N permitieron estabilizar 13 y 27 t/ha de MO en tratamientos con agregados anuales de 5,6 t/ha de rastrojos o aserrín de madera durante 31 años. (Paustian et al., 1997)

Los cultivos anuales mecanizados, en principio cereales, están ubicados fundamentalmente en la altiplanicie de los llanos centrales y occidentales de Venezuela; en donde se intensifica el uso de prácticas costosas e insumos para recuperar la productividad o se incorporan nuevas áreas a la producción agrícola con suelos de mayor susceptibilidad a la degradación (Pla, 1988; 1993).

Una proporción importante de estas extensiones están sometidas a uso continuo con prácticas de manejo inadecuadas, conduciendo a una degradación progresiva de los suelos, lo cual se refleja en un descenso del rendimiento e incremento en las cantidades de insumos agrícolas utilizados (Rodríguez, 1997).

Grandes cantidades de nutrimentos se pierden de los agro sistemas por la extracción que realizan las cosechas o como resultado de los procesos de lixiviación y de erosión (Labrador, 1996).

La incorporación de los residuos de cosecha al suelo constituye una alternativa para reponer parte de estas pérdidas y disminuir el efecto de la erosión. Sin embargo, en general estos residuos no corresponden en cantidad ni en calidad con lo extraído. La liberación de nutrimentos a partir de residuos orgánicos depende de sus características químicas y físicas, así como de las condiciones ambientales y las poblaciones microbianas. (Cadisch et al. 1998).

Señalaron que con condiciones climáticas similares, dichas características determinan la tasa de liberación de N. Los parámetros de calidad bioquímica de los residuos orgánicos que se han correlacionado con la mineralización de N son las relaciones C:N y lignina: N, además, de los contenidos de N, lignina y celulosa (Bending y Turner, 1999).

Las poblaciones microbianas se encargan de descomponer la materia orgánica (MO) del suelo y transforman formas complejas a compuestos simples; igualmente, mineralizan los constituyentes de los restos orgánicos y sintetizan sustancias a través de su metabolismo (aminoácidos, proteínas y amino azúcares) que participan como unidades estructurales (Labrador, 1996). Los microorganismos producen enzimas que catalizan la transformación de compuestos específicos y, por lo tanto, juegan un papel importante en la descomposición de restos orgánicos (Dilly y Munch, 1996)

Las estrategias de manejo del suelo (labranza de conservación, rotación de cultivos, retorno de residuos de cosecha, enmienda orgánica y reducción de los barbechos) pueden incrementar la concentración del carbono orgánico del suelo COS (Tong *et al.*, 2009; Mishra *et al.*, 2010; Yang *et al.*, 2012). Por ejemplo, en un terreno donde severamente se redujo el C se estimó que 830 kg ha⁻¹ año⁻¹ de COS podrían ser secuestrados por la incorporación de 90% de los residuos (Zhang *et al.*, 2006). En contraposición a lo anterior, Rumpel (2008) afirma que estudios durante largos períodos de tiempo han demostrado que el aumento de las entradas de residuos de cosecha dio lugar a poco aumento del COS.

4.4 Beneficios al aplicar Materiales Orgánicos.

La abolladura verde es la práctica de incorporar al suelo tejido vegetal verde sin descomponer, por ejemplo, de algunos cultivos de crecimiento rápido. Esta aplicación provoca una serie de efectos favorables y puede ayudar considerablemente a conservar o aumentar la productividad de un suelo, así como participar como cultivo de cobertera evitando así la erosión del suelo ya sea hídrico o eólico. La incorporación de un abono verde al suelo no solamente incorpora carbono orgánico, sino también nitrógeno (Buckman, 1977).

El estiércol es uno de los residuos agrícolas mas importantes pues su uso permite devolver al suelo la parte no utilizada de una cosecha, ejerciendo luego en

él una influencia mayor que la que se esperaría de acuerdo a su contenido de sustancias nutritivas.

Los dos componentes originales del estiércol el sólido y el líquido se encuentran aproximadamente en una relación de 3:1. El estiércol sólido contiene como promedio un poco más de la mitad del nitrógeno, casi todo el ácido fosfórico y aproximadamente dos quintos de la potasa de los excrementos (Buckman, 1977).

4.5 Materia orgánica.

La materia orgánica favorece la agregación de los suelos sueltos (arenosos), y la dispersión de los suelos muy compactos (arcillosos); manteniéndose en esa forma condiciones favorables de aireación y permeabilidad (SARH, 1982).

Los espacios vacíos que se forman en la interface entre las partículas orgánicas y minerales pueden contribuir al aumento de la conductividad hidráulica del suelo. Debido al efecto físico del tamaño de las partículas, la materia orgánica aumenta la capacidad de retención de agua de suelos arenosos y aumenta la capacidad de aireación de suelos arcillosos. Tolera mejor los efectos mecánicos del paso de maquinaria por tener una mayor elasticidad que la materia mineral. Al cohesionar los suelos arenosos contribuyen a reducir las pérdidas de suelo por erosión superficial (SARH, 1982).

La materia orgánica tiene un papel importante en la mejora de la disponibilidad de micronutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) para las plantas, así como en la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres. Es probable que estos micronutrientes sean transportados hacia las raíces de las plantas en forma de quelatos complejos solubles (Buckman, 1977).

4.6 Residuos de cosecha.

Es ampliamente conocido que el incremento de materia orgánica en el suelo, a través de diferentes prácticas de manejo, aumentan los rendimientos del cultivo; sin embargo, no siempre se cuenta con fuente orgánica por lo que se recomienda incorporar residuos de cosecha. Esta práctica proporciona materia orgánica al suelo que es utilizada como fuente de energía por los microorganismos, principales agentes de descomposición (Singh *et al.*, 2011) y liberación de nutrientes minerales al suelo. Los microorganismos al mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención del agua (Murray-Núñez *et al.*, 2011) y amplían la capacidad amortiguadora del suelo en cuanto a retención de cationes, reducción en la fijación de fosfato, reservorio de nutrientes secundarios y micronutrientes. En los suelos donde no se realiza esta práctica decrece la materia orgánica, que se refleja en bajos rendimientos, siendo necesario incorporar mayor cantidad de fertilizantes inorgánicos por unidad de superficie para mantener su potencial en 90% (Loveland y Webb, 2003). citado por (Gutiérrez *et al.*, 2015).

Es importante indicar que la opción de incorporar los residuos vegetales al suelo debe ser evaluado con criterios de productividad, rentabilidad y sostenibilidad de la agricultura intensiva sin olvidar el impacto al agro-ecosistema (Manlay *et al.*, 2007). También debe coincidir con un enfoque de intensificación ecológica al cumplir con los estándares de calidad ambiental.

4.7 Ciclo de nutrientes.

La intensificación agrícola (incremento de producción en espacio y tiempo) está asociada generalmente con la reducción en la capacidad productiva de las tierras agrícolas para proporcionar otras importantes funciones ecológicas como la retención de carbono (Oglea *et al.*, 2012), y el ciclo de nutrientes específicamente del nitrógeno (Widdison y Burt, 2013). Este tipo de prácticas agrícolas afectan directamente al secuestro y mineralización del carbón orgánico y la estabilización

o alteración de la humedad, temperatura, aireación, pH y disponibilidad de nutrientes en el suelo (Sanford *et al.*, 2012). En consecuencia, tienen efectos negativos, sobre todo en la retención del agua y suministro de nutrientes importantes para la actividad biológica del suelo (Jahangir *et al.*, 2012).

La lixiviación de nitrato se produce cuando su cantidad en la solución del suelo es mucho más alta que lo requerido por los cultivos o cuando no existe un cultivo de invierno de cobertura que los absorba (Sieling y Kage, 2006), lo cual provoca que en otoño-invierno y parte de la primavera se movilice hacia los horizontes inferiores y alcance el manto freático. Cultivos de cobertura en invierno, especialmente si demandan altas cantidades de N como los granos (maíz y otros cereales) absorben el exceso de los nitratos y otros nutrientes y producen grandes cantidades de biomasa (Syswerda *et al.*, 2012) que posteriormente son depositados sobre al suelo. Al iniciar la época de primavera, estos cultivos son incorporados al suelo y al descomponerse por la acción de los microorganismos liberan el nitrógeno y otros nutrientes. Varios investigadores concluyen que los cultivos con cereales y tubérculos son adecuados para este fin.

4.8 Labranza de conservación.

La magnitud de los distintos sistemas de labranza convencional abarca labores de inversión, no inversión, profunda, mínima, primaria, reducida y secundaria y en forma aislada o integrada. Estas se enfocan a la manipulación e intervención directa del suelo por implementos agrícolas, que generan efectos sobre las propiedades del suelo y la calidad del agua (Logan y Lal, 1991). No obstante, muchas de estas prácticas degradaron al suelo por lo que a partir de 1960 se introdujo un sistema de labranza denominado de conservación.

La labranza de conservación tiene varias modalidades en su aplicación, desde labranza mínima hasta la ausencia total de la misma (Holland, 2004) y se recomienda que se integren los residuos de cosecha (al menos en 30%) en la superficie del suelo, y reducción del uso de maquinaria y prácticas agrícolas

culturales. Además, es necesaria la integración de las rotaciones y sistemas de cultivo, método de drenaje superficial y subterráneo, uso de tecnología de fertilizantes y alternativas de manejo integral de plagas.

Al reducir la alteración del suelo, esta práctica evita la degradación de las tierras causadas por la erosión hídrica o eólica (Verhulst *et al.*, 2010), mejora la productividad sostenible, a través de la agregación del suelo, distribución del tamaño de agregados y la estabilidad en diversos tipos de suelos y condiciones agroecológicas (Lichter *et al.*, 2008).

Respecto a las propiedades biológicas, la labranza de conservación incrementa diferentes poblaciones microbianas que provocan la oxidación de la materia orgánica y la mineralización del N. Toda esta actividad biótica se encuentra relacionada con el pH del suelo (Xiao *et al.*, 2013), propiedad química que involucra el contenido de materia orgánica y en consecuencia, la modificación de otras propiedades como retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico y formación de agregados de origen biológico (Brady y Weil, 1999).

Actualmente, las investigaciones están encaminadas a determinar factores y mecanismos para el secuestro de carbono a través del sistema de labranza, calidad de suelo o cuantificación de la tasa de captura y destino del carbono al ser recuperados por pastizales (Ryals *et al.*, 2014).

Sin embargo, se ha reportado que la labranza de conservación no siempre ha tenido éxito (Holland, 2004). La no remoción de la materia orgánica dentro del perfil del suelo provoca que los nutrientes como N y K no se incorporen de manera efectiva y se concentren en los primeros 5 cm, lo que limita su disponibilidad (Gál *et al.*, 2007). También se ha encontrado que causa la liberación y degradación acelerada de N, que trae un impacto negativo en la capacidad de intercambio catiónico, estructura y cambio en la relación C/N (Subbarao *et al.*, 2006). Estos resultados contrastan con otras investigaciones que indican la necesidad de incorporar los residuos debido a la alta tasa de mineralización (Tian *et al.*, 2010)

4.9 Disponibilidad de nutrientes.

La labranza, el manejo de residuos y la rotación de cultivos tienen un impacto significativo en la distribución y transformación de la materia orgánica a través de la adición dentro del perfil, lo cual tiene efectos en el cambio de clima, matriz y finalmente la estructura del suelo (Balesdent *et al.*, 2000) citado por (Gutiérrez *et al.*, 2015).

El aumento de la estratificación y disponibilidad de los nutrientes se incrementa con una mejor conservación del suelo. Alrededor de 20 nutrientes fueron localizados cerca de la superficie, sobre todo entre 0 - 7.5 cm de profundidad bajo el sistema de labranza cero en comparación con la labranza convencional. Esto significa que se debe de poner mayor atención a esta capa del suelo ya que ocurre la mayor densidad de raíces de los cultivos establecidos (Qin *et al.*, 2004).

El nitrógeno disponible en el suelo para las plantas depende de la tasa de mineralización del carbono; por ejemplo, en la labranza cero este elemento está generalmente asociado con una menor disponibilidad debido a la inmovilización de los residuos que quedan en la superficie (Bradford y Peterson, 2000).

4.10 Carga de nutrientes del suelo.

Las variaciones de la carga de nutrientes está definida como la masa de una sustancia química que entra o sale en un volumen (suelo) y se calcula como el producto químico (fertilizante) transportado en un volumen de agua entre la concentración total del producto disuelto. En sistemas de producción intensiva su cuantificación en el suelo es el primer paso hacia el control (Barros *et al.*, 2012), y comprensión de la contaminación de aguas subterráneas por lixiviados nitrogenados (Widdison y Burt, 2013).

4.11 El agua en la producción intensiva agrícola.

La producción de alimentos puede incrementarse y cubrir la seguridad alimentaria mundial sólo si las zonas de regadío se expanden o el riego se intensifica. Con base a lo anterior, un modelo para estimar el uso eficiente del recurso hídrico (SWAT); por sus siglas en inglés mediante una base física continua se ha propuesto como herramienta de evaluación de suelo y agua de las grandes cuencas agrícolas bajo producción intensiva. Este modelo involucra parámetros como: escorrentía, percolación, flujo del agua, carga de nutrientes, contaminación por pesticidas, clima, cultivo y manejo agrícola (Arnold *et al.*, 1998).

Además, el término como huella hídrica se ha propuesto para contabilizar las ganancias y las pérdidas en el uso de agua, el cual hace referencia al volumen total utilizado durante la producción y consumo de bienes y servicios. También cuantifica el consumo directo de agua por los seres humanos, permitiendo cuantificar el total de agua consumida a lo largo de la cadena de suministro global (Yu *et al.*, 2010).

(Zhao *et al.* 2009) mencionan que las limitaciones del recurso hídrico son y serán un riesgo eminente para la sostenibilidad de los sistemas productivos agrícolas intensivos. La sustentabilidad de los sistemas en el futuro estará obligada a mantener la demanda de alimentos bajo condiciones adversas, lo que implica contar con un mejor uso y métodos más sofisticados de riego y nutrición.

4.12 Uso de tecnología de precisión.

La agricultura de precisión data desde 1980. (Seelan *et al.*, 2003) señalan que esta tecnología es un sistema de producción que promueve prácticas de administración de variables en campo, de acuerdo con las condiciones del sitio. Ya que se basa en herramientas y fuentes de información proporcionadas por las tecnologías modernas como el posicionamiento global (GPS), sistemas de

información geográfica (SIG), dispositivos de vigilancia, sensores de suelo, plantas y plagas y tecnología de teledetección. Sin embargo, la información precisa acerca de la variabilidad espacial en campo es muy importante para la agricultura de precisión que en la actualidad carece de eficiencia práctica.

Los factores que afectan a este tipo de agricultura por mencionarse algunos son: el rendimiento del cultivo, las propiedades del suelo, la carga de nutrientes, el volumen o dosel del cultivo y la biomasa, el contenido de agua y las condiciones de plagas (enfermedades, arvenses e insectos) (Lee *et al.*, 2010).

Cuando los sistemas están basados en sensores requieren parcelas de entrenamiento sin deficiencia nutrimental del cultivo en campo, para servir como una referencia a otras parcelas. Al retrasar la aplicación de una porción de fertilizante normalmente utilizado, la información del sensor podrá ser usada para determinar si fue realmente necesario. Este enfoque permite ajustar, al menos en una parte de la temporada, la fertilización (N, P, K), así como determinar la época de liberación de N por la materia orgánica del suelo.

Los agricultores están utilizando estos avances tecnológicos para maximizar los beneficios económicos y ambientales, al especificar y redefinir las dosis recomendadas de nutrientes mediante modelos y condiciones específicas de sitio. Además, de otorgar un enfoque correctivo nutrimental hasta la programación, aplicación y verificación de la fertilización (Sudduth *et al.*, 1997).

4.13 Humedad.

El término “balance hídrico del suelo” relaciona la humedad adicionada por medio de la lluvia (P) o irrigación (Ir) a las pérdidas por evapotranspiración (ET), escurrimiento (E) y drenaje (D), además de los cambios en el contenido de humedad aprovechable (CH) en el perfil del suelo (Reddy, 1983),

4.14 Precipitación.

En condiciones de temporal, el término (Ir) que indica la irrigación no se considera y la lluvia (P) es la fuente de abastecimiento de agua para el cultivo. La P es medida en pluviómetros de las estaciones meteorológicas. Sin embargo, no toda la P que ocurre durante el temporal puede no llegar a ser disponible para las plantas, pues factores como la intensidad de la lluvia, la velocidad de infiltración del agua en el suelo, la cobertura vegetal y la topografía provocan que sólo una parte de ella penetre al suelo. El concepto de lluvia efectiva (PE) indica la porción de P que puede estar disponible en la zona radical de la planta (Pacheco, 1981)

El manejo de lluvia efectiva (PE) depende del conocimiento del agua que se infiltra al suelo, la que es función de las propiedades y prácticas de manejo del suelo (Brakensiek y Rawls, 1988). Por esta razón, es conveniente evaluar el agua que utiliza la planta y que proviene de la lluvia como agua infiltrada al suelo.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización del área del trabajo.

El Ejido Derramadero se localiza en el Municipio Saltillo del Estado de Coahuila de Zaragoza México y se encuentra en las coordenadas UTM:

Longitud. 283056 y Latitud. 25.288889.

La localidad se encuentra a una altura media de 1780 metros sobre el nivel del mar.

5.1.1 Población en El Derramadero.

La población total de El Derramadero es de 807 personas, de cuales 411 son masculinos y 396 femeninas.

5.1.2 Estructura económica.

En la comunidad de Derramadero hay un total de 204 hogares.

De estas 203 viviendas, 18 tienen piso de tierra y unos 15 consisten de una sola habitación.

194 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 189 son conectadas al servicio público, 196 tienen acceso a la luz eléctrica.

La estructura económica permite a 6 viviendas tener una computadora, a 140 tener una lavadora y 167 tienen una televisión.



Figura 1. La parcela donde se realizó el trabajo de investigación en el ejido Derramadero.

5.2 Los materiales utilizados en el campo fueron los siguientes:

1. Pala
2. Cubeta
3. Etiquetas
4. Bolsas de plástico
5. frasco para detener minar humedad
6. GPS

5.3 Método de Muestreo de suelos para obtener materia orgánica.

El método utilizado sistemático se muestreó con pala a una profundidad de 0–30 cm por sitio, obteniendo una muestra representativa de aproximadamente 1 kg cada bloque que se dividió en parcela para obtener materia orgánica. (Figura2)

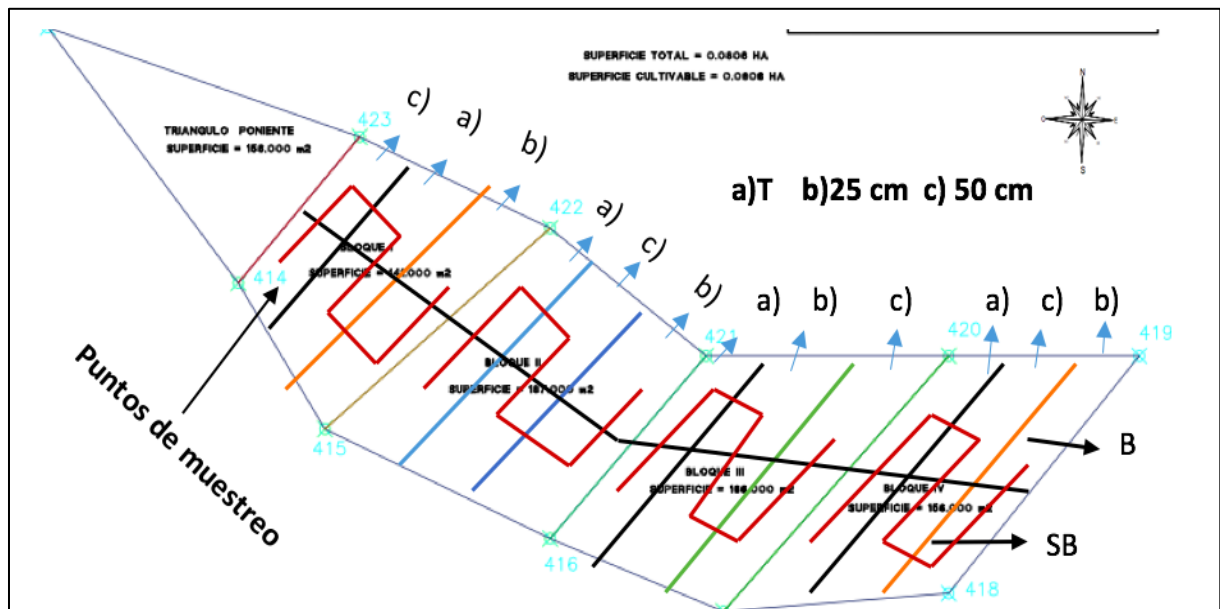


Figura 2. Método sistemático para la toma de muestras.

5.4 Determinación de materia orgánica en el suelo.

La materia orgánica se determinó por el método de Walter-Black (oxidación parcial); se utiliza 10ml de dicromato de potasio 1N, 20ml ácido sulfúrico concentrado, 1gr de suelo, 200ml de agua destilada, se dejó reposar durante 30 min, se agregó cuatro gotas de ortofenantrolina (indicador) y se tituló con sulfato ferroso.

5.5 Método para toma de muestras y determinación de textura.

Para la toma de muestras, primero se dividió en dos bordes la parcela, en cada uno se muestreo en zig-zag como se aprecia en la (Figura 3) y se homogenizo para obtener una muestra compuesta para su análisis, en la (Figura 4) se puede ver como se estaba realizando el trabajo de muestreo para determinar textura en cada uno de bloque de la parcela.

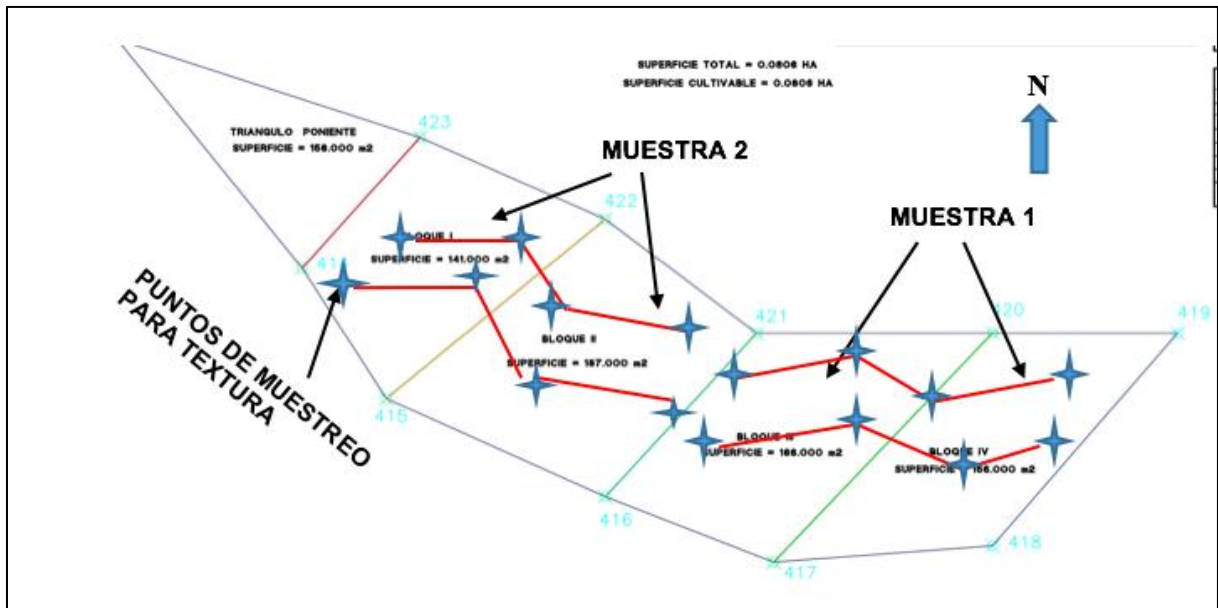


Figura 3. Diseño de la parcela en donde se tomaron las muestras de textura.



Figura 4. Muestreo para determinar textura.

5.6 Determinación de Textura Método de Bouyoucos.

Método Oficial para la determinación de la textura de una muestra de suelo es el Método del densímetro de Bouyoucos, que se basa en la diferente velocidad de sedimentación de las partículas del suelo en función de su tamaño. En laboratorio, la muestra se secó al aire y se cribó con un tamiz de 2mm de diámetro, para posteriormente ser analizados.

Una vez determinados los correspondientes porcentajes de arena, limo y arcilla de una muestra de suelo, se determina la clase textural mediante el uso del triángulo textural. Este triángulo está dividido en diferentes recintos de diferentes texturas, pero análogas propiedades físicas y químicas.

5.7 Determinación para el contenido de humedad.

El método gravimétrico es el único método directo de medición de la humedad del suelo. Dicho método consiste en tomar una muestra de suelo, pesarla antes y después de su desecado y calcular su contenido de humedad. La muestra de

suelo se considera seca cuando su peso permanece constante a una temperatura de 105 °C.

En la (Figura 5) se apreciar en cómo se sacó la muestra para determinar el contenido de humedad.



Figura 5. Muestreo para determina el contenido de humedad.

La parcela se dividió en dos en parcelas grandes donde está las condiciones (barbecho y sin barbecho) y a su vez ésta se subdividió en tres Tradicional 0 cm, 25 cm y 50 cm con cuatro repeticiones o bloques (Figura 6).



Figura 6. Medición de la parcela, se dividió en dos parcelas grandes y esta a su vez se subdividieron en tres parcelas chicas, haciéndose cuatro repeticiones o bloques.

Los análisis se realizaron en laboratorios de pedología en el Departamento Ciencias del Suelo.

Cuadro 1. Las determinaciones de las propiedades físicas y químicas realizadas.

Propiedad	Determinación	Método
Física	Textura Humedad	Hidrómetro de Bouyoucos Gravimétrico
Química	Materia Orgánica	Walter-Black (oxidación parcial).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados de textura indican que la muestra uno tiene una textura Migajón-arcillo-arenoso y la muestra dos Migajón-arcilloso, con un mayor contenido de arena en la muestra uno; Lo que significa que la muestra uno pierde más humedad que la muestra dos, por tener más del 50% de arena. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Resultados textura de cada borde de la parcela.

Número de muestras	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase de textura
1	53.6	20.4	26.0	Migajón-arcillo-arenoso
2	41.6	28.4	30.0	Migajón-arcilloso

En la Figura 7 se observa gráficamente la textura de las muestras y los porcentajes de las partículas del suelo. La muestra uno contiene 53.6% arena y la muestra dos 30.0 % de arcilla esta variación textural es por la topografía del terreno y la entrada de azolves al área de estudio. Con la bordearía y el tiempo se espera homogeneizar la clase textural.

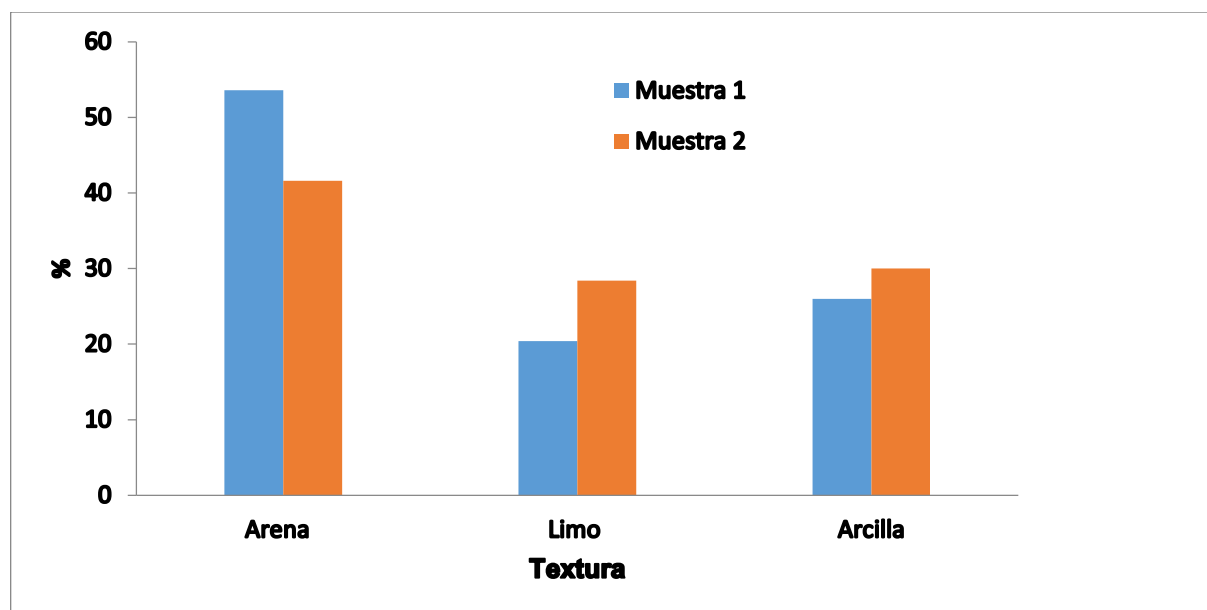


Figura 7. Los dos tipos de texturas encada muestra de la parcela.

En la Figura 8 se observa la materia seca (residuo de maíz) en el área de trabajo después de los tratamientos (tres cortes): tradicional (0 cm), 25 cm y 50 cm.



Figura 8. La materia seca de maíz en tres tratamientos diferentes de corte

6.1. Análisis de varianza (ANVA).

El análisis de varianza (ANVA) mostró diferencia significativa ($p < 0.05$) para la variable Porcentaje de materia orgánica 2019 (%MO2019) en la interacción Tratamiento-Textura; Porcentaje de Humedad 2018 (%HUM2018) con Textura; y Porcentaje de humedad 2019 (%HUM2019) en condiciones de barbecho (Cuadro 3, Cuadro 4 y Cuadro 5).

6.2 Materia orgánica 2018 (MO2018).

En el 2018 se inició el trabajo de investigación con tratamiento de corte (0, 25, 50 cm) obtención de muestras de suelo para materia orgánica (Cuadro 2), textura (Cuadro 1) y contenido de humedad (Cuadro 4). Esta información se utilizó como referencia para comparar con el 2019.

El promedio de la materia orgánica con la textura migajón arcillo arenoso obtuvo mayor porcentaje (1.77%) y el migajón arcilloso el contenido fue menor con 1.22% (Cuadro 2, Figura 9). En las muestras del 2019 no presentaron incremento en la materia orgánica, en la textura migajón arcillo arenoso el contenido fue de 1.58% y en la textura migajón arcilloso de 1.1%. Gonzales y Cooperband (2002), encontraron que la falta de respuesta de la materia orgánica puede deberse a que el periodo de aplicación sea muy corto y requiere de 5 a 8 años para que se manifieste alguna mejoría en las propiedades del suelo. Prieto (2010), señala que no encontró diferencias significativas en las fuentes de materia orgánica en los rendimientos del primero ciclo del cultivo, pero en otros ciclos sí se obtuvieron diferencias en los tratamientos con mayor contenido de materia orgánica.

Cuadro 3. Promedio de materia orgánica en las clases texturales

	Migajón-arcillo arenoso	Migajón arcilloso
	1.45	1.84
	1.12	1.7
Promedio	1.28	1.77

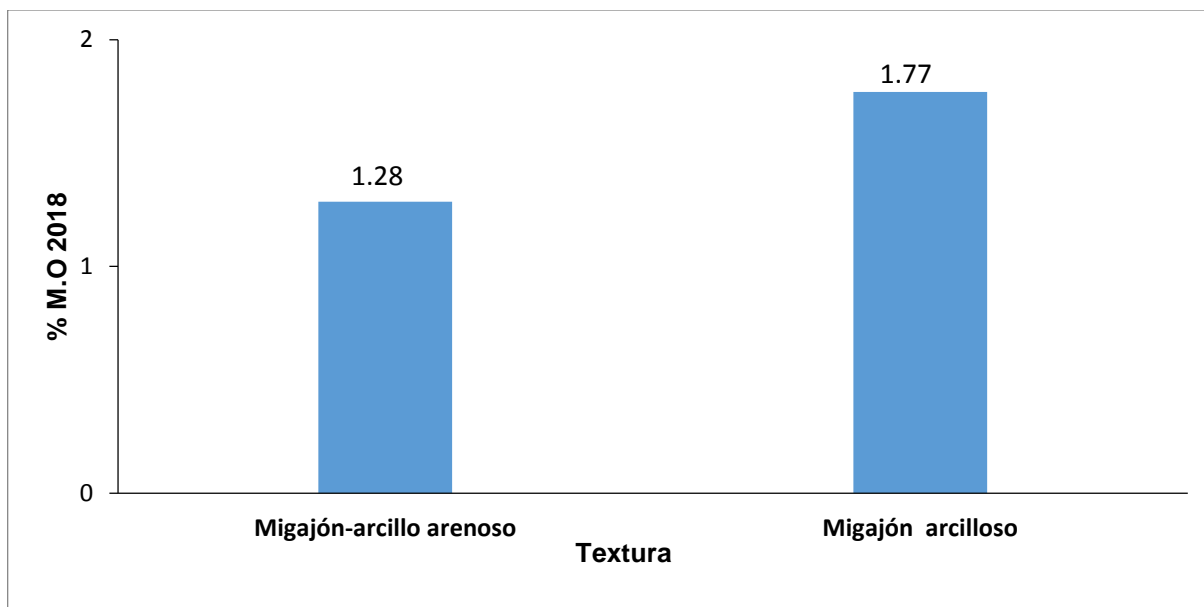


Figura 9. Porcentaje de materia orgánica con dos bloques.

6.3 Porcentaje de Materia orgánica 2019 (%MO2019).

En el análisis de varianza (ANVA) mostró diferencia significativa ($p < 0.05$) en el tratamiento del corte de la materia seca comparado con la textura de la parcela (Cuadro 3).

Cuadro 4. Análisis de varianza para Porcentaje de materia orgánica 2019 (%MO2019) en dos condiciones de barbecho, tres cortes de materia seca en maíz y textura.

FV	GI	SC	CM	F- valor	Pr>F
Condición	1	0.01	0.011	0.225	0.644 ^{NS}
Trat	2	0.109	0.054	1.092	0.37 ^{NS}
Textura	1	0.002	0.002	0.056	0.816 ^{NS}
Bloques	2	0.005	0.002	0.056	0.945 ^{NS}
Condición:Trat	2	0.071	0.035	0.714	0.512 ^{NS}
Condición: Textura	1	0.048	0.048	0.974	0.346 ^{NS}
Tratamiento:Textura	2	0.422	0.211	4.232	0.046 *
Condicion:Trat:Textura	2	0.176	0.088	1.767	0.220 ^{NS}
Residuals	10	0.498	0.049		

C.V= 14.31; ^{NS}=No significativo; *=Nivel de significancia $p < 0.05$.

Además podemos ver que en la interacción (T50:TX2-T:TX2) se muestra diferencia significativa indicando que el tratamiento de (T50) aumenta el porcentaje de materia orgánica en el suelo (Figura 10).

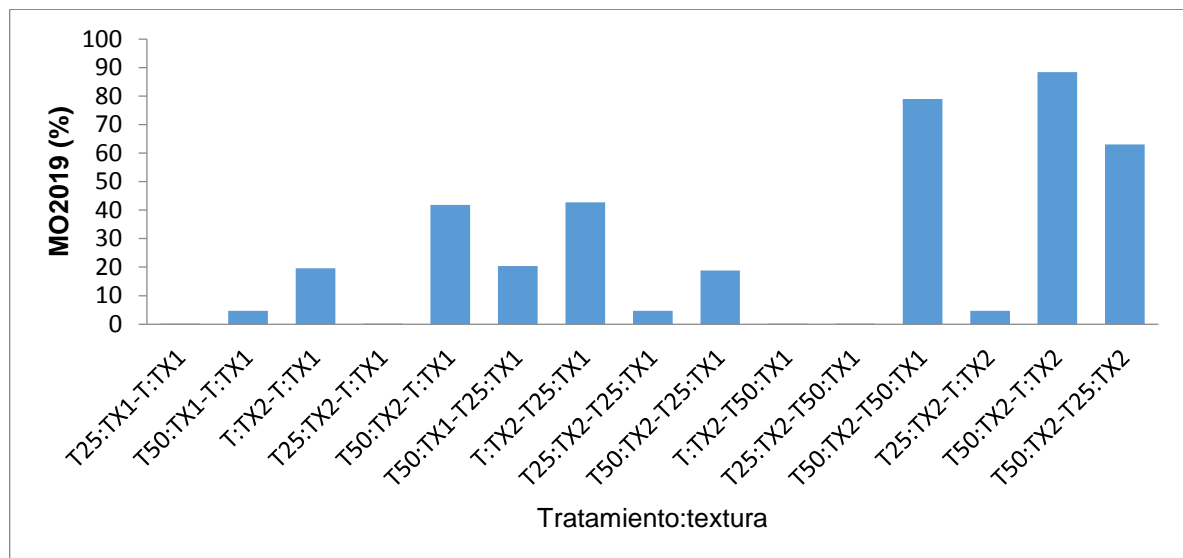


Figura 10. Efecto de la interacción de tratamiento y textura.

6.4 Porcentaje de Humedad 2018 (%HUM2018).

En esta variable se observa que la humedad del 2018 tiene efecto significativo ($p < 0.05$) comparado con las dos texturas encontrados en la parcela (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza para Porcentaje de humedad 2018 (%H2018) en dos texturas.

FV	Gl	SC	CM	F- valor	Pr>F
Textura	1	22.9	22.9	5.01	0.036*
Bloques	2	22.5	11.2	2.46	0.110 ^{NS}
Residuals	20	91.6	4.5		

C.V= 16.50, ^{NS}=No significativo; *=Nivel de significancia $p < 0.05$

De manera gráfica (Figura 11), se puede apreciar que en la textura Migajón arcillo arenoso presentó una mayor retención de humedad (13.95%), comparando con el migajón arcilloso (11.99%) se infiere por la cobertura más densa del cultivo en el momento del muestreo.

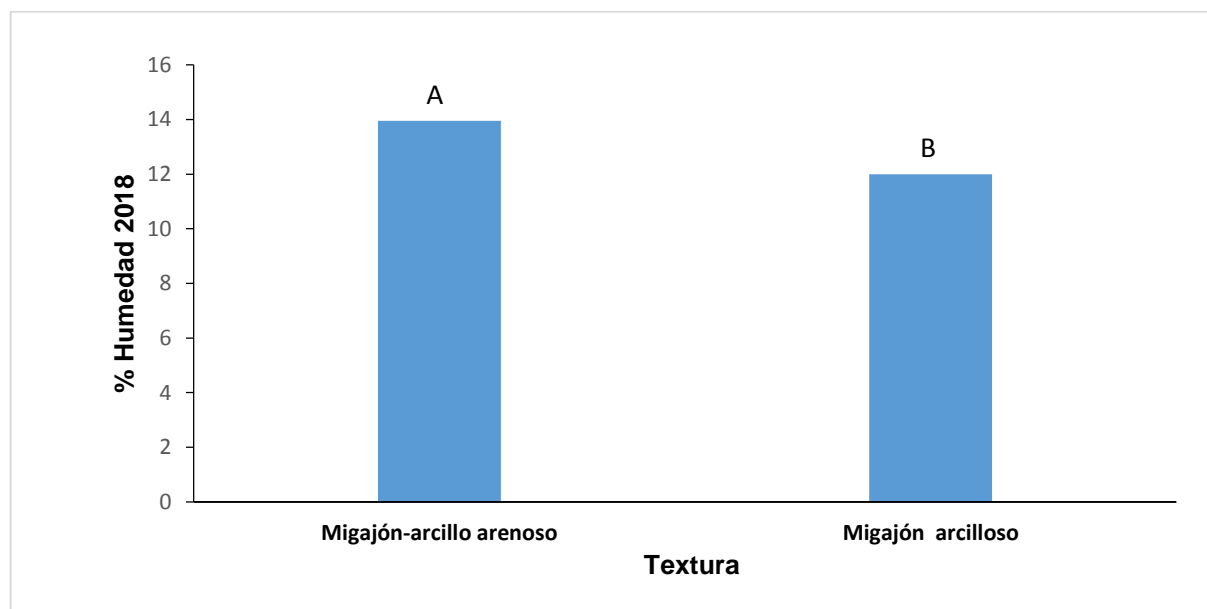


Figura 11. Contenido de humedad 2018 con dos tipos de texturas

6.5 Porcentaje de humedad 2019 (%HUM2019)

Para esta variable, de acuerdo al análisis de varianza (ANVA) se obtuvo significancia ($p < 0.05$) en humedad (%HUM2019) con las dos condiciones de manejo (Cuadro 5). Brown y Cotton (2011), señalan que el suelo con aplicación de composta incrementa la capacidad de retención de humedad y estos incrementos se observan mejor en los suelos de textura gruesa que en los de texturas finas.

Cuadro 6. Análisis de varianza para Porcentaje de humedad 2019 (%H2019) en dos condiciones de barbecho, tres tipos de corte de materia seca en maíz y textura.

FV	GI	SC	CM	F- valor	Pr>F
Condición	1	25.42	25.42	6.20	0.03 *
Trat	2	0.64	0.32	0.07	0.92 ^{NS}
Textura	1	8.14	8.14	1.98	0.18 ^{NS}
Bloques	2	7.42	3.71	0.90	0.43 ^{NS}
Condición:Trat	2	2.18	1.09	0.26	0.77 ^{NS}
Condición: Textura	1	0	0.0004	0.0001	0.99 ^{NS}
Trat:Textura	2	13.61	6.80	1.66	0.23 ^{NS}
Condicion:Trat:Textura	2	4.56	2.27	0.55	0.59 ^{NS}
Residuals	10	40.97	4.09		

CV= 16.14, ^{NS}=No significativo *=Nivel de significancia $p < 0.05$

De manera gráfica, se puede apreciar que en condición de barbecho (B) presentó un mayor contenido de humedad (13.57%) que en la condición sin barbecho (SB) con 11.51% (Figura 12). Con los resultados obtenidos se sustenta con un buen manejo del suelo en tiempo y forma, es decir barbecho anticipados y la incorporación de los residuos de cosecha se mejora la capacidad de retener y brindar nutriente para la planta del siguiente ciclo.

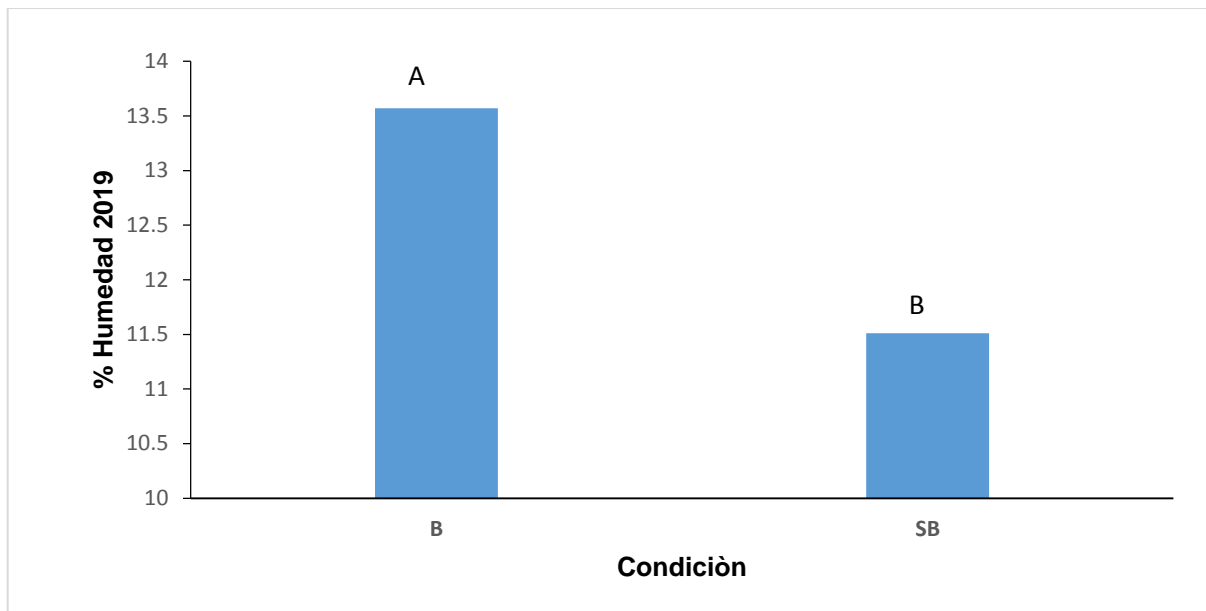


Figura 12. Humedad en el suelo con los dos tipos de condiciones.

6.6 interacciones -Tratamiento-Textura.

La interacción: SB-tratamiento-textura nos da el valor más alto. Es un resultado no definitivo, es el primer año, aún no hay diferencia. En investigaciones posteriores arrojarán más datos con que comparar y la tendencia se puede ir definiendo (Figura 13).

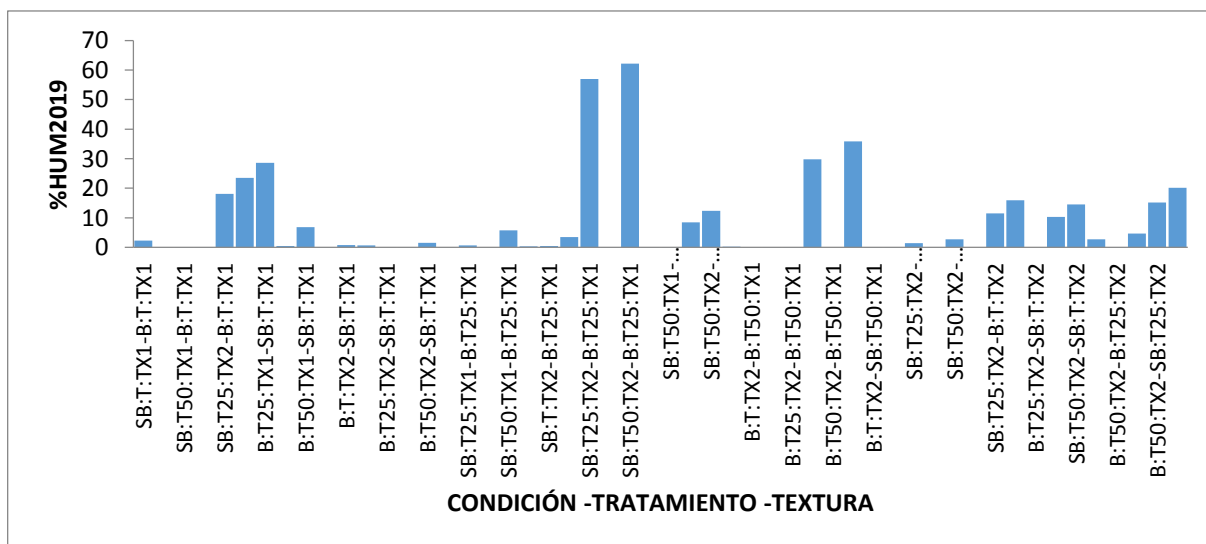


Figura 13. Interacción de todos los tratamientos con las dos texturas.

VII. CONCLUSION.

Estadísticamente el efecto positivo se encontró en la humedad con la condición de barbecho.

No presentó diferencias significativas el contenido de materia orgánica; porque para tener una diferencia se requiere entre de 5 a 8 años (Gonzales y Cooperband 2002).

VIII. BIBLIOGRAFIA.

- Anderson, T. H.** And K. H. Domsch. 1989. Ratios Of Microbial Biomass Carbon To Total Organic Carbon In Arable Soils. *Soil Biol. Biochem.* 21: 417- 479
- Arnold, J. G.;** Srinivasan, R.; Muttiah, R. S. And Williams, J. R. 1998. Large Area Hydrologic Modeling And Assessment. Part I. Model Development. *J. Am Water Res. Ass.* 34(1):73-89.
- Abawi, G. S. Y H. O.** Thurston. 1994. Efecto De Las Coberturas Y Enmiendas Orgánicas Al Suelo Y De Los Cultivos De Cobertura Sobre Los Patógenos Del Suelo Y Las Enfermedades Radicales.
- Brakensiek, D.L. Y W.L.** Rawls. 1988. Effects Of Agricultural And Rangeland Systems On Infiltration. In: *Modeling Agricultural, Forest And Rangeland Hydrology.* Asae Publication 07-88. St. Joseph, Michigan, Usa.
- Bradford, J. M.** And Peterson, G. A. 2000. Conservation Tillage. In: *Handbook Of Soil Science.* (Ed.). Sumner, M. E. G247-G269. Boca Raton, Florida, Usa: Crc. In Press. 10 P.
- Bravo E., M.,** M. Van Nieuwkoop, J.R. Contreras, J.L. Jiménez Y M. Morales Guerra. 1993. El Potencial De La Labranza De Conservación En La Mixteca Oaxaqueña. Centro Internacional De Mejoramiento De Maíz Y Trigo. México, Df.
- Bending, G. Y M.** Turner. 1999. Interaction Of Biochemical Quality And Particle Size Of Crop Residues And Its Effect On The Microbial Biomass And Nitrogen Dynamics Following Incorporation Into Soil. *Biol. Fertil. Soils* 29: 319-327.
- Binder, U.** 1997. Manual De Leguminosas De Nicaragua. Tomo I. Pasolac Y E.A.G.E. Estelí, Nicaragua. P. 528
- Brady, N. C.** And Weil, R. R. 1999. *The Nature And Properties Of Soils.* 12 (Ed.). Editorial Prentice Hall. 880 P.
- Buckles, D;** Barreto, H. J. 1996. Intensificación De Sistemas De Agricultura Tropical Mediante Leguminosas De Cobertura: Un Marco Conceptual. Cimyt/Ciat. Documento 96-06 Es. 13 P
- Brown, S.,** And M. Cotton. 2011. Changes In Soil Properties And Carbón Content Following Compost Application: Results Of On-Farm Sampling. *Compost Science And Utilization.* Vol. 19, No 1, P. 88-97.
- Buckman, H. O Y Brady, N. C. T.** 1977. *Naturaleza Y Propiedades De Los Suelos.* Editorial Montaner Y Simon, S. A. Barcelona.

- Barros, R.;** Isidoro, D. And Aragüés, R. 2012. Irrigation Management, Nitrogen Fertilization And Nitrogen Losses In The Return Flows Of La Violada Irrigation District. *Agric. Ecosyst. Environ.* 155:161-171.
- Capulín-Grande, J.,** R. Núñez-Escobar, J. D. Etchevers-Barra Y G. A. Baca-Castillo. 2001. Evaluación Del Extracto Líquido De Estiércol Bovino Como Insumo De Nutrición Vegetal En Hidroponía. *Agrociencia* 35: 287-299
- Cadisch, G.,** E. Handayanto, C. Malama, F. Seyni Y K.E. Giller. 1998. N Recovery From Legume Prunings And Priming Effects Are Governed By The Residue Quality. *Plant Soil* 205: 125-134
- Dilly, O. Y J.C. Munch.** 1996. Microbial Biomass Content, Basal Respiration And Enzyme Activities During The Course Of Decomposition Of Leaf Litter In A Black Alder (*Alnus Glutinosa* (L.) Gaertn) Forest. *Soil Biol. Biochem.* 28: 1073-1081.
- Echeverría Hr,** Ferrari J. 1993. Relevamiento De Algunas Características De Los Suelos Agrícolas Del Sudeste Bonaerense. *Boletín Técnico N 112. Eea Inta Balcarce.* 18 P.
- Erenstein, O.** 1997. ¿Labranza De Conservación O Conservación De Residuos? Una Evaluación Del Manejo De Los Residuos En México. *Natural Resources Group Reprint Series 97-02. Centro Internacional De Mejoramiento De Maíz Y Trigo. México, Df.*
- Gál, A.;** Vyn, T. J.; Michéli, E.; Kladvko, E .J. And Mcfee, W. W. 2007. Soil Carbon And Nitrogen Accumulation With Long-Term No-Till Versus Moldboard Plowing Overestimated With Tilled-Zone Sampling Depths. *Soil Till. Res.* 96:42-51
- Gutiérrez Castorena, E. V.,** Gutiérrez Castorena, M., & Ortiz Solorio, C. A. (2015). Manejo Integrado De Nutrientes En Sistemas Agrícolas Intensivos: Revisión. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 6(1), 201-215.
- Gonzalez, R. F. And L.R. Cooperband.** 2002. Compost Effects On Soil Physical Properties And Field Nuesey Production. *Compost Science A Utilization; Summer; Vol. 10, N° 3; 226-237.*
- Prieto Berdando,** Peroza José A. Y Grandet Garnierd. 2010. Efecto De Labranza Y Manejo De Materia Organica Sobre Algunas Propiedades Fisicas Y Quimicas De Un Vertic Endoquept Del Valle Del Sinù. *Universidad De Còrdoba. Monteria, Còrdoba, Colombia.*
- Holland, J. M.** 2004. The Environmental Consequences Of Adopting Conservation Tillage In Europe: Reviewing The Evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.* 103(1):1-25.
- Jahangir, M. M. R.;** Khalil, M.; Johnston, P.; Cárdenas, L. M.; Hatch, D. J.; Butler, M.; Barrett, E. M.; O'flaherty, V. And Richards, K. G. 2012. Denitrification Potential In Subsoils: A Mechanism To Reduce Itrate Leaching To Groundwater. *Agric. Ecosyst. Environ.* 147:13-23

- Labrador, J.** 1996. La Materia Orgánica En Los Agrosistemas. Ministerio De Agricultura, Pesca Y Alimentación. Mundi-Prensa. Madrid.
- Lee, W. S.;** Alchanatis, V.; Yangc, C.; Hirafujid, M.; Moshoue, D. And Li, C. 2010. Sensing Technologies For Precision Specialty Crop Production. Computers And Electronics In Agriculture. 74:2-33.
- Lichter, K.;** Govaerts, B.; Six, J.; Sayre, K. D.; Deckers, J. And Dendooven, L. 2008. Aggregation And C And N Contents Of Soil Organic Matter Fractions In A Permanent Raised-Bed Planting System In The Highlands Of Central Mexico. Plant Soil 305:237-252.
- Logan, T. J. And Lal, R. W.** 1991. Tillage Systems And Soil Properties In North America. Soil Till. Res. 20(2-4):241-270.
- Manlay, R. J.;** Christian Feller, C. And Swift, M. J. 2007. Historical Evolution Of Soil Organic Matter Concepts And Their Relationships With The Fertility And Sustainability Of Cropping Systems. Agric. Ecosyst. Environ. 119:217-233
- Mendoza M., S., M. Van Nieuwkoop, R. Tripp, J. Velázquez G.** 1993. Síntesis De Los Estudios De Diagnóstico Realizados Dentro Del Proyecto: "El Sistema De Labranza De Conservación En Maíz De Temporal" Durante El Ciclo Pv-92. Centro Internacional De Mejoramiento De Maíz Y Trigo. México, Df
- Mishra, U., D. A. N. Ussiri, And R. Lal.** 2010. Tillage Effects On Soil Organic Carbon Storage And Dynamics In Corn Belt Of Ohio Usa. Soil Tillage Res. 107: 88-96
- Murray-Núñez, R. M.;** Bojórquez-Serrano, J. I.; Hernández-Jiménez, A.; Rosco-Benítez, M. G.; García-Paredes, J. D.; Gómez-Aguilar, R.; Ontiveros-Guerrera, H. M. And Aguirre-Ortega, J. 2011. Effect Of Organic Matter On Soil Physical Properties In An Agroforestry System In The Northern Coastal Plain Of Nayarit Mexico. Biociencias 1:27-35.
- Oglea, S. M.;** Swana, A. And Paustian, K. 2012. No-Till Management Impacts On Crop Productivity, Carbon Input And Soil Carbon Sequestration. Agric. Ecosyst. Environ. 149:37-49.
- Olivares, R., & Kees, M. A.** (2004). Técnicas De Manejo Y Conservación De Suelos Y Agua Para Pequeños Productores De La Provincia Del Chaco. Ministerio De La Producción De La Provincia Del Chaco.
- Orsag, Valdimir.** 2010. El Recurso Suelo Principios Para Su Manejo Y Coservación. Editorial Zeus. Bolivia

- Paustian, K., Parton, W. And Persson, J.,** Modeling Soil Organic Matter In Organic-Amended And Nitrogen-Fertilized Long-Term Plots, *Soil Sci. Soc. Am. J* 56, 476, (1992).
- Pacheco B., L.** 1981. Precipitación Efectiva. Boletín Técnico No. 2. Departamento De Irrigación, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Piccinini, S. And G. Bortone.** 1991. The Fertilizer Value Of Agriculture Manure: Simple Rapid Methods Of Assessment. *J. Agric. Eng. Res.* 49: 197-208.
- Pla, I.** 1988. Desarrollo De Índices Y Modelos Para El Diagnóstico Y Prevención De La Degradación De Suelos Agrícolas En Venezuela. Premio Agropecuario Banco Consolidado
- Pla, I.** 1993. Evaluación Y Diagnóstico De Propiedades Físicas Del Suelo En Relación A La Labranza. Pp. 42-51. In: Memorias De La Ii Reunión Bienal De La Red Latinoamericana De Labranza Conservacionista. Guanare-Acarigua.
- Pool-Novelo, L., A. Trinidad-Santos, J. Etchevers-Barra, J. Pérez-Moreno Y A. Martínez-Garza.** 2000. Mejoradores De La Fertilidad Del Suelo En La Agricultura De Ladera De Los Altos De Chiapas, México. *Agrociencia* 34: 251-259.
- Qin, R. J.; Stamp, P. And Richner, W.** 2004. Impact Of Tillage On Root Systems Of Winter Wheat. *J. 96:1523-1530.*
- Rodríguez, B. 1997.** Sustentabilidad Del Sistema De Producción De Maíz Con Diferentes Prácticas De Labranza, Sistemas De Cultivos Y Manejo De Residuos. Mimeografiado Ceniap-lira. Maracay, Venezuela.
- Rumpel, C. 2008.** Does Burning Of Harvesting Residues Increase Soil Carbon Storage? *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 8: 44-51.
- Reddy, S.J. 1983.** A Simple Method Of Estimating The Soil Water Balance. *Agric. Meteorol.* 28: 1-17.
- Ryals, R.; Kaiser, M.; Torn, M. S.; Berhe, A. A. And Silver, W. L.** 2014. Impacts Of Organic Matter Amendments On Carbon And Nitrogen Dynamics In Grassland Soils. *Soil Biol. Bioch.* 68:52-61.
- Sanford, G. R.; Posner, J. L.; Jackson, R. D.; Kucharik, C. J.; Hedtcke, J. L. And Lin, T. L.** 2012. *Agric. Ecosyst. Environ.* 162:68-76.
- Sarh, 1982.** La Materia Orgánica En El Suelo. Inia, Ciapac. Impreso En El Taller De Difusión Técnica Del Campo Agrícola Experimental "Costa De Jalisco".
- Seelan, S. K.; Laguette, S.; Casady, S. M. And Seielstad, G. A.** 2003. Remote Sensing Applications For Precision Agriculture: A Learning Community Approach. *Re. Sen. Environ.* 88:157- 169

Subbarao, G. V.; Itoa, O.; Sahrawatb, K. L.; Berryc, W. L.; Nakaharad, K.; Ishikawad; Watanabed, T.; Suenagae, K.; Rondonf, M. And Rao, I. M. 2006. Scope And Strategies For Regulation Of Nitrification In Agricultural Systems- Challenges And Opportunities. *Crit. Rev. Plant Sci.* 25:303-335.

Sudduth, K. A.; Hummel, J. W. And Birrell, S. J. 1997. Sensors For Sitespecific Management. In: 'The State Of Site-Specific Management For Agriculture'. Pierce, F. J. And Sadler, E. J. (Eds.), Asa, Cssa, Sssa, Madison, Wi. 183-210 Pp.

Sieling K. And Kage H. 2006. N Balance As An Indicator Of N Leaching In An Oilseed Rape- Winter Wheat- Winter Barley Rotation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 115:261-269.

Sierra B., Carlos Y Rojas W., Carlos. 2018. La Material Organica Y Su Efecto En Las Caracteristicas Fisicas-Quimicas Del Suelo. Inia La Platina Y La Serena. Pág. 11.

Siemens, J.C. & Dickey, E.C. 1987. Definition Of Tillage Systems For Corn. In National Corn Handbook. W. Lafayette, In, Usa, Purdue University Cooperative Extension Service.

Singh, J. S.; Pandey, V. C. And Singh, D. P. 2011. Efficient Soil Microorganisms: A New Dimension For Sustainable Agriculture And Environmental Development. *Agric. Ecosyst. Environ.* 140:339-353.

Swift, M. J. And J. M. Anderson. 1993. Biodiversity And Ecosystem Function In Agricultural Systems. Pp. 15-41. In: Schulze E. D, Mooney H. A. (Eds.). Biodiversity And Ecosystem Function. Ecological Studies: Analysis And Synthesis, Vol 99. Springer, Berlin Heidelberg New York, Ny, Usa.

Syswerdaa, S. P.; Bassoa, B.; Hamiltona, S. K.; Tausiga, J. B. And Robertsona, G. P. 2012. Long-Term Nitrate Loss Along An Agricultural Intensity Gradient In The Upper Midwest Usa. *Agric. Ecosyst. Environ.* 149:10-19.

Tian, L.; Dell, E. And Shi, W. 2010. Chemical Composition Of Dissolved Organic Matter In Agroecosystems: Correlations With Soil Enzyme Activity And Carbon And Nitrogen Mineralization. *Ap. Soil Ecol.* 46:426-435

Tong, C., H. Xiao, G. Tang, H. Wang, T. Huang, H. Xia, S.J. Keith, Y. Li, S. Liu, And J. Wu. 2009. Long-Term Fertilizer Effects On Organic Carbon And Total Nitrogen And Coupling Relationships Of C And N In Paddy Soils In Subtropical China. *Soil Tillage Res.* 106: 8-14.

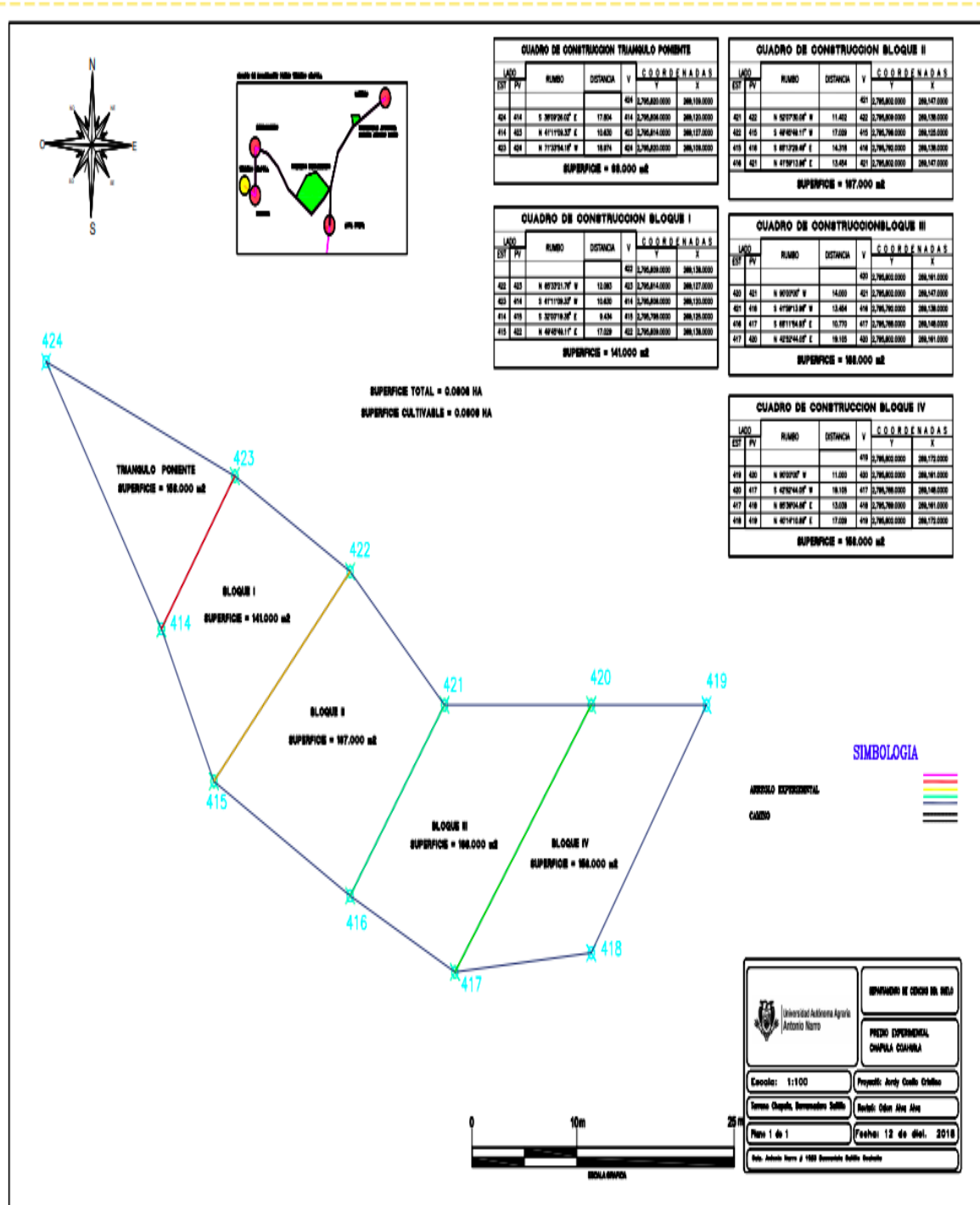
Van Nieuwkoop, M., W. López Báez, A. Zamarripa Morán, P. Cadena Iñiguez, B. Villar Sánchez Y R. De La Piedra Constantino. 1992. Uso Y Conservación De Los Recursos Naturales En La Fraylesca, Chiapas: Un Diagnóstico. Centro Internacional De Mejoramiento De Maíz Y Trigo. México, Df.

- Verhulst, N.;** Govaerts, B.; Verachtert, E.; Castellanos-Navarrete, A.; Mezzalama, M.; Wall, P.; Deckers, J. And Sayre, K. D. 2010. Conservation Agriculture, Improving Soil Quality For Sustainable Production Systems? In: Lal, R. And Stewart, B. A. (Eds.). *Advances In Soil Science: Food Security And Soil Quality*. 1-36 Pp.
- Widdison, P. E. And Burt, T. P.** 2013. Nitrogen Cycle. *Encyclopedia Of Ecology. Earth Systems And Environmental Sciences*. 2526-2533 P.
- Xiao, K.;** Xua J.; Tang, C.; Zhangc, J. And Brookes, P. C. 2013. Differences In Carbon And Nitrogen Mineralization In Soils Of Differing Initial Ph Induced By Electrokinetics And Receiving Crop Residue Amendments. *Soil Biol. Bioch.* 67:70-84.
- Yang, X. W. Ren, B. Sun, And S. Zhang.** 2012. Effects Of Contrasting Soil Management Regimes On Total And Labile Soil Organic Carbon Fractions In A Loess Soil In China. *Geoderma* 177-178: 49-56.
- Yu, Y.;** Hubacek, K.; Feng, K. And Guan, D. 2010. Assessing Regional And Global Water Footprints For The Uk. *Ecol. Econ.* 69:140-
- Zinck, A.** 2005. Suelos, Información Y Sociedad. *Gaceta Ecológica* 76: 7-22. Instituto Nacional De Ecología. *Indicadores Claves Y De Desempeño Ambiental*. Edición 2012.
- Zhang, F., C. Li, Z. Wang, And H. Wu.** 2006. Modeling Impacts Of Management Alternatives On Soil Carbon Storage Of Farmland In Northwest China. *Biogeosciences* 3: 451-466.
- Zhao, L.;** Wu, L.; Li, Y.; Lu, X.; Z.Hu And Uphoff, N. 2009. Influence Of The System Of Rice Intensification On Rice Yield And Nitrogen And Water Use Efficiency With Different N Application Rates. *Expl. Agric.* 45:275-286.
- Semarnat.2013.** Informe De La Situación Del Medio Ambiente En México. Compendio De Estadísticas Ambientales
- Manejo Del Suelo:** Producción Y Uso Del Compostaje En Ambientes Tropicales Y Subtropicales. *Boletín* (56): 180. Roma, Italia.
- Fao** (Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación). 1991. *Manejo Del Suelo: Producción Y Uso Del Compostaje En Ambientes Tropicales Y Subtropicales*. *Boletín* (56): 180. Roma, Italia.
- Fao.** 2000. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación. *Agriculture: Towards 2015/2030*. Rome. Italy. 97 P.

Fao. 2015. Alianza Mundial Por El Suelo. ¿Por Qué Una Alianza Mundial Or El Suelo?
Disponible [Www.Fao.Org/Globalsoilpartnership/Es/](http://www.Fao.Org/Globalsoilpartnership/Es/)

Fao. 1998. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación.
Guide To Efficient Plant Nutrient Management, Rome, Italy. 1-18 Pp.

IX. ANEXOS



Anexo1. Plano y sus medidas de la parcela donde se realizó el proyecto.

Anexo 2. Diagrama Ombrotermico De Gausson

El diagrama ombrotérmico de Gausson permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional considerando $2 \cdot t_m$ una estimación de la evapotranspiración).

Para su representación, en el eje X se ponen los doce meses del año y en un doble eje Y se pone en un lado las precipitaciones medias mensuales (en mm) y en el otro las temperaturas medias mensuales (en °C).

Se debe considerar que la escala de precipitaciones debe ser doble que la de temperaturas. Esto es, por cada °C en temperatura se toma un par de mm en precipitación. Así a un valor de 20 °C le corresponde en la misma línea el valor de 40 mm.

Si $P \leq 2 \cdot t_m$ la curva de precipitaciones estará por debajo de la curva de temperaturas y el área comprendida entre las dos curvas nos indicará la duración e intensidad del período de sequía.

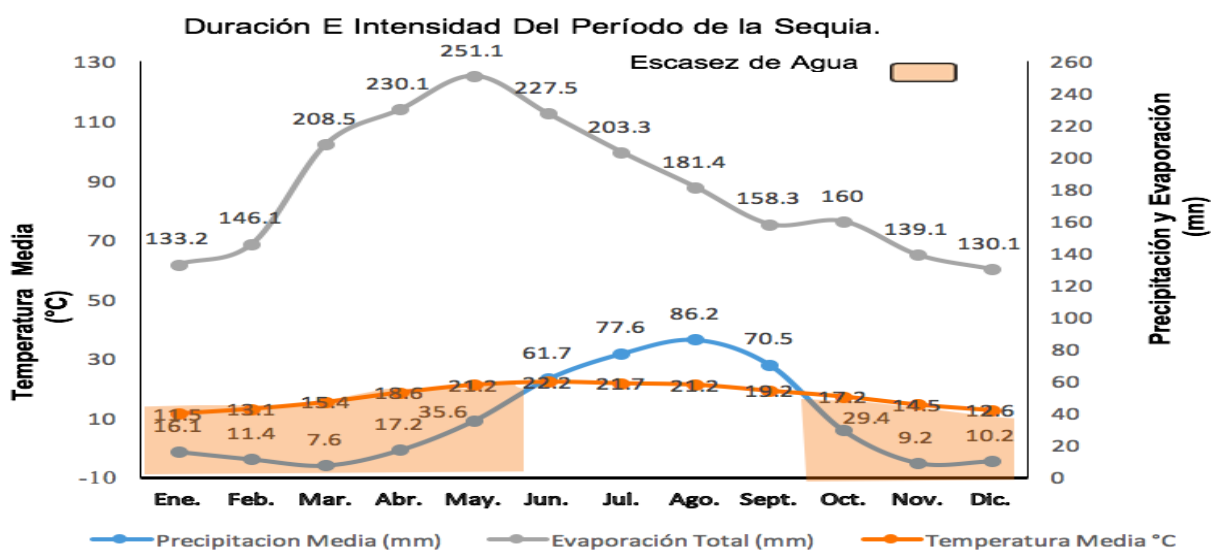
Anexo 3. Registro de datos climatológicos de la estación de San Juan de la Vaquería.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE: COAHUILA DE ZARAGOZA	PERIODO: 1951-2010												
ESTACION: 00005145 SAN JUAN DE LA VAQUERIA	LATITUD: 25°15'17" N.					LONGITUD: 101°13'12" W.				ALTURA: 1,840.0 MSNM.			
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	19.9	21.7	24.5	27.4	29.6	30.3	28.9	28.5	26.2	25.3	23.2	21.1	25.6
MAXIMA MENSUAL	25.5	27.3	28.8	32.3	33.4	38.1	34.0	32.9	29.5	29.6	26.9	25.9	
REC DE MAXIMA	2009	2009	2009	2008	2010	1991	2009	2010	2010	1994	2010		
MAXIMA DIARIA	34.0	44.0	38.0	38.0	40.0	47.0	39.0	39.0	36.0	39.0	32.0	35.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	22/1986	26/2005	27/2005	29/2002	10/2008	13/1991	13/2009	22/2000	05/1985	05/2003	22/2010	03/1984	
REC CON DATOS	31	31	30	30	30	30	28	30	29	29	29	30	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	11.5	13.1	15.4	18.6	21.2	22.2	21.7	21.2	19.2	17.2	14.5	12.6	17.4
REC CON DATOS	31	31	30	30	30	29	28	30	29	29	29	30	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	3.2	4.4	6.3	9.8	12.9	14.4	14.5	13.9	12.3	9.1	5.7	6.1	9.2
MINIMA MENSUAL	0.7	1.3	2.0	7.2	10.7	11.5	12.7	12.6	10.0	4.8	1.8	-0.7	
REC DE MINIMA	2008	1983	2010	1983	2001	2006	2005	2000	1988	2010	2010	2010	
MINIMA DIARIA	-9.0	-10.0	-9.0	-3.0	-9.0	1.0	1.0	3.0	0.0	-5.0	-7.0	-15.0	
FECHA MINIMA DIARIA	04/1985	03/2009	08/2008	16/1980	26/2001	01/2002	10/2002	14/2005	27/1989	24/2007	05/2010	13/1997	
REC CON DATOS	31	31	30	30	30	29	29	30	29	29	29	30	
PRECIPITACION													
NORMAL	16.1	11.4	7.6	17.2	35.6	61.7	77.6	86.2	70.5	29.4	9.2	10.2	432.7
MAXIMA MENSUAL	116.5	36.0	49.0	105.0	118.0	156.0	151.0	242.0	137.0	113.0	47.5	63.0	
REC DE MAXIMA	1992	1987	1997	1985	1983	1986	2004	2008	2010	1980	1982	1997	
MAXIMA DIARIA	30.0	23.0	28.0	40.0	45.0	49.0	47.0	63.0	77.0	25.0	27.0	60.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	30/1984	02/2010	13/1983	25/1985	26/1983	09/1990	27/1987	19/1982	16/1988	12/1980	11/1997	12/1997	
REC CON DATOS	31	31	30	30	30	29	30	30	29	29	29	30	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	133.2	146.1	208.5	230.1	251.1	227.5	203.3	181.4	158.3	160.0	139.1	130.1	2,168.7
REC CON DATOS	29	29	30	30	29	27	26	28	25	28	28	27	
NUMERO DE DIAS CON LUBIA													
NORMAL	2.6	2.2	1.3	2.1	5.3	7.6	9.4	10.5	8.5	4.8	1.7	2.0	58.0
REC CON DATOS	31	31	30	30	30	29	30	30	29	29	29	30	
NEBLA													
NORMAL	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.3	0.0	0.3	0.1	0.1	1.8
REC CON DATOS	31	31	30	30	30	29	30	30	29	29	29	30	
GRANIZO													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
REC CON DATOS	31	31	30	30	30	29	30	30	29	29	29	30	
TORRENTA E.													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
REC CON DATOS	31	31	30	30	30	29	30	30	29	29	29	30	

Fuente: Comisión Nacional del Agua (Conagua).

Anexo 4. Concentrado de datos del registro climatológicos del cuadro anterior.

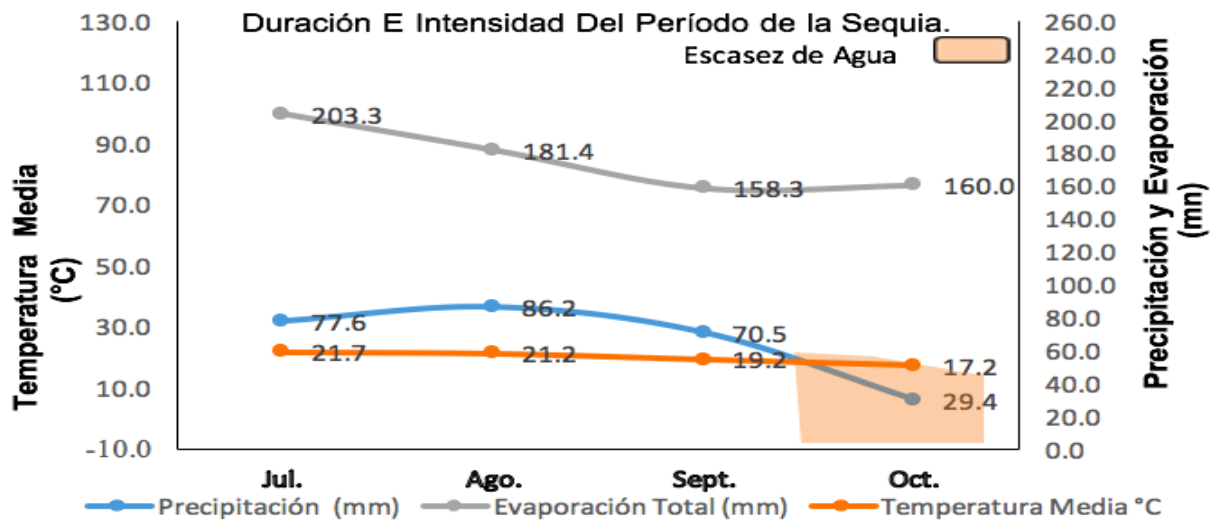
Meses	Temperatura Media °C	Precipitación Media (mm)	Evaporación Total (mm)
Ene.	11.5	16.1	133.2
Feb.	13.1	11.4	146.1
Mar.	15.4	7.6	208.5
Abr.	18.6	17.2	230.1
May.	21.2	35.6	251.1
Jun.	22.2	61.7	227.5
Jul.	21.7	77.6	203.3
Ago.	21.2	86.2	181.4
Sept.	19.2	70.5	158.3
Oct.	17.2	29.4	160
Nov.	14.5	9.2	139.1
Dic.	12.6	10.2	130.1
	17.4	432.7	2,168.7



Anexo 5. Comportamiento climático anual (Temperatura, Precipitación y Evaporación).

Anexo 6. Registro de datos climáticos de los meses en estudio

Meses	Temperatura Media °C	Precipitación (mm)	Evaporación Total (mm)
Jul.	21.7	77.6	203.3
Ago.	21.2	86.2	181.4
Sept.	19.2	70.5	158.3
Oct.	17.2	29.4	160.0



Anexo 7. Periodo de estudio, Temperatura (°C) Precipitación y Evaporación en (mm) en 4 meses.