

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR DIRECCIÓN  
GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



“2015, Año del Generalísimo José María Morelos y Pavón”

TRABAJO PROFESIONAL  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO BIOQUÍMICO**

QUE PRESENTA:  
**ROGER ESPINOSA LÁZARO**

CON EL TEMA:  
**“CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS SUELOS DEL CULTIVO DE  
DURAZNO (*Prunus persica*) DE LA COMUNIDAD EL DURAZNAL, MUNICIPIO DE  
SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”**

ASESOR:  
**DR. REINER RINCÓN ROSALES**

MEDIANTE:  
**OPCIÓN X**  
**(MEMORIAS DE RESIDENCIA)**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.

JUNIO 2015.



"2015, Año del Generalísimo José María Morelos Y Pavón"

DIRECCIÓN  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas 06 de febrero del 2014

OFICIO NUM. DEP-CT-501-2014

**C. ROGER ESPINOSA LÁZARO**  
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA  
EGRESADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.  
P R E S E N T E.

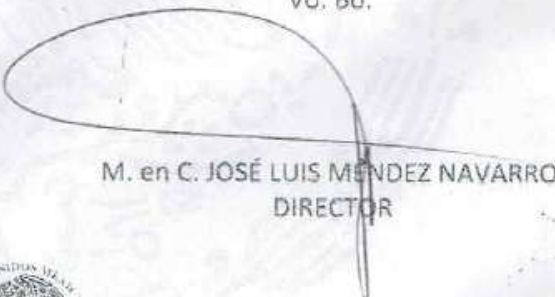
Habiendo recibido la comunicación de su trabajo profesional por parte de los CC. DR. REINER RINCON ROSALES DR. FEDERICO GUTIRREZ MICELI, DR. JOAQUIN ANTONIO MONTES MOLINA, e ING. MARGARITA MARCELIN MADRIGAL., En el sentido que se encuentra satisfactorio el contenido del mismo como prueba escrita, **AUTORIZO** a Usted a que se proceda a la impresión del mencionado Trabajo denominado:

**" CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS SUELOS DEL CULTIVO DE DURAZNO( Prunus Persica) DE LA COMUNIDAD EL DURAZNAL MUNICIPIO DE SANCRISTÓBAL DE LAS CASAS CHIAPAS."**

Registrado mediante la opción:  
**X (MEMORIA DE RESIDENCIA PROFESIONAL)**

**ATENTAMENTE**  
**"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"**

ING. JUAN JOSÉ ARREOLA ORDAZ  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Vo. Bo.  
  
M. en C. JOSÉ LUIS MÉNDEZ NAVARRO  
DIRECTOR

C.c.p.- Departamento de Servicios Escolares  
C.c.p.- Expediente  
I'JLMN/I'JJAQ/I'eeam



Secretaría de Educ. Pública  
Instituto Tecnológico  
de Tuxtla Gutiérrez,  
Div. de Est. Profesionales



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios.**

Por los años de vida que me ha dado, la valentía y superación en cada etapa de mis estudios, y la oportunidad de estudiar parte de su creación en esta investigación.

### **A mis padres.**

Por la oportunidad de estudiar y terminar una carrera profesional, por sus consejos a diarios, la humildad y disciplina.

### **El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.**

Primeramente por aceptar la solicitud de mi estadía profesional, y trabajar dentro de las instalaciones, especialmente en el laboratorio de análisis de suelos y plantas. El apoyo al traslado a la comunidad de dicha investigación, la asesoría y revisión técnica por parte de los colaboradores de la institución en esta investigación, el uso de materiales y reactivos.

### **Dr. Reiner Rincón Rosales asesor del presente trabajo de investigación.**

Por la colaboración, orientación y estímulo, en la elaboración de este documento de investigación. Y por medio de su conocimiento reforzar las ideas para poder plasmarlas en este trabajo profesional.

### **A los revisores de este trabajo profesional.**

Por las revisiones precisas a este trabajo, en lo cual aportaron de sus conocimientos para plasmar nuevas ideas y sobre todo con la mejor disposición de mejorar este presente trabajo profesional.

## CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	I
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	II
	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. JUSTIFICACIÓN</b>	3
<b>III. OBJETIVOS</b>	4
3.1 Objetivo general	4
3.2 Objetivos específicos	4
<b>IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO</b>	5
4.1 Visión	5
4.2 Misión	6
4.3 Principios directrices	6
4.4 Laboratorios de análisis de suelos y plantas	6
<b>V. PROBLEMAS A RESOLVER</b>	8
<b>VI. ALCANCES Y LIMITACIONES</b>	9
<b>VII. FUNDAMENTO TEÓRICO</b>	10
7.1 Aspectos botánicos del durazno ( <i>Prunus persica</i> )	10
7.2 Morfología	10
7.3 Clasificación taxonómica	12
7.4 Origen y distribución	12
7.5 Producción mundial	13
7.5.1 Producción nacional	14
7.5.2 Producción a nivel estado	16
7.6 Característica agrícolas del durazno	17
7.6.1 Valor nutricional del durazno	18
7.6.2 Etapa fenológicas del cultivo de durazno	19
7.6.3 Requerimientos de suelo para el cultivo de durazno	20
7.6.3.1 Condiciones físicas y químicas del suelo	21
7.6.4 Épocas de siembra	22
7.7 Variedades de durazno	23
7.8 Manejo fitotécnico de plantación	25
7.8.1 Plagas y enfermedades	26
7.9 Estructura y función del suelo	30
7.9.1 Nutrimientos del suelo	33
7.9.2 Ciclos biogeoquímicos del suelo	34
7.9.2.1. Ciclo del nitrógeno	35
7.9.2.2. Ciclo del carbono	38

7.9.2.3. Ciclo del fosforo	39
7.9.2.4. Ciclo del azufre	41
7.10 Características de la Comunidad el Duraznal	43
7.10.1 Antecedentes étnicos de la comunidad el Duraznal	43
7.10.2 Zona de estudio El Duraznal	45
7.10.3 Descripción de las actividades agrícolas	47
7.10.4 Características de los suelos y vegetación en la comunidad el Duraznal	48
<b>VIII. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS</b>	50
8.1 Ubicación del sitio experimental	50
8.2 Colecta y muestreo de suelos en parcelas demostrativas	50
8.3 Encuestas técnicas con productores	52
8.4 Determinación de parámetros físico y químico del suelo	52
8.4.1 Parámetros físicos	52
8.4.1.1 Textura	52
8.4.1.2 Densidad real	53
8.4.1.3 pH	53
8.4.1.4 Conductividad eléctrica (CE)	54
8.4.1.5 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	55
8.4.2 Parámetros químicos	56
8.4.2.1 Materia orgánica (MO)	56
8.4.2.2 Nitrógeno total (NT)	57
8.4.2.3 Fosforo (P)	58
8.4.2.4 Potasio (K)	59
8.5. Análisis estadísticos de datos	60
<b>IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	61
9.1. Características del sitio de estudio	61
9.2. Encuesta Técnicas con Productores	61
9.3. Características físicas y químicas del suelo de la comunidad El Duraznal	63
9.4. Análisis de correlación entre los parámetros físicos y químicos analizados en el suelo de las parcelas experimentales del Duraznal	67
9.5. Transferencia de información técnica a los productores de durazno de la comunidad El Duraznal	68
9.5.1. Suelo	68
9.5.2. Riego	69
9.5.3. Fertilización	70

<b>X. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES</b>	72
<b>XI. BIBLIOGRAFÍA</b>	74
<b>XII. ANEXOS</b>	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
1. Interior de las instalaciones del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) unidad San Cristóbal de las Casas, Chiapas	5
2. Instalaciones del laboratorio de análisis de suelos y plantas en ECOSUR	7
3. Morfología del árbol de durazno	11
4. Distribución de la superficie mundial de durazno	13
5. Distribución de la superficie nacional de durazno	15
6. Principales estados productores de durazno en México	16
7. Ciclo biogeoquímico del nitrógeno	37
8. Ciclo biogeoquímico del carbono	39
9. Ciclo biogeoquímico del fosforo	40
10. Ciclo biogeoquímico del azufre	42
11. Ubicación geográfica del municipio de San Cristóbal de las Casas, y sus municipios vecinos con quien colinda	46
12. Ubicación geográfica de la comunidad el duraznal, ubicado en el municipio de San Cristóbal de las Casas	46
13. Vista de la comunidad el Duraznal, municipio de San Cristóbal de las Casas	47
14. Método de zigzag	51
15. Colecta y muestreo de suelos en la parcela demostrativa del cultivo de durazno en la comunidad del Duraznal	51
16. Sistema de riego agrícola por goteo en cultivos de duraznos	70

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Rendimiento por hectárea en los últimos años de los países más productores de durazno	14
2. Valor nutricional del fruto de durazno	18
3. Variedades más producidas de durazno en México	23
4. Plagas más comunes en el durazno a nivel nacional	27
5. Enfermedades más comunes en el durazno a nivel nacional	29
6. Los diferentes tipos de suelo en la clasificación Tzotzil. Altos de Chiapas	49
7. Encuesta técnica al productor de durazno en la comunidad Tzotzil El Duraznal, municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.	62
8. Parámetros físicos y químicos del suelo de las parcelas del "Duraznal (cultivo de durazno)	65
9. Correlación múltiple de Pearson entre las variables físico y químicas analizadas en el suelo de las parcelas del Duraznal	68



## I. INTRODUCCIÓN

El incremento de la población a nivel mundial cada vez es más significativo y la necesidad de producir alimentos en buen estado es mayor. Esta realidad hace que se ponga en juego la creatividad, habilidad y destreza de los agricultores para desarrollar alternativas de producción viable que permitan obtener mejores y más altos rendimientos en los cultivos.

El cultivo de fruta de clima templado en las regiones subtropicales de México con inviernos benignos se ha incrementado, particularmente por las ventajas que ofrecen las prácticas de producción forzada que permiten obtener cosechas en épocas y localidades diferentes a las del lugar donde se han originado (Rodríguez, 1990).

El durazno es cultivo de clima templado y es uno de los frutales más tecnificados y de importancia a nivel mundial. Los principales países productores de durazno son: Estados Unidos, Italia, Francia, Japón, España, Argentina y México. En la actualidad, el consumo y comercialización de frutas son de suma importancia en el mundo, ya que cada día son más las demandas de frutas y hortalizas sanas y de muy buena calidad, primordialmente aquellos que se han generado de una forma orgánica (Estrada, 2010). En México, hay aproximadamente 2,000 hectáreas sembradas que producen alrededor de 24,000 toneladas métricas en un periodo de 5 a 6 años. Actualmente se tiene una producción promedio a nivel nacional de 12 toneladas métricas por hectárea, este nivel se considera bajo si se compara con los Estados Unidos, Chile y España, quienes reportan rendimientos de 35 a 60 ton/ha por cosecha.(Priego, 2012)

En el estado de Chiapas, se cultiva alrededor de 250 hectáreas de Durazno. Este fruto principalmente se cultiva en los municipios de Altamirano, Comitán de Domínguez, Villa las Rosas, Teopisca, Motozintla, Oxchuc y San Cristóbal de las Casas, donde predomina el clima templado y los suelos son adecuados para este cultivo. La planta de durazno se caracteriza por ser un árbol de porte mediano, que pertenece a la familia de las Rosáceas, tiene hojas estrechas lanceoladas alternas y aserradas, el fruto es una drupa con piel de color verde amarillento con tinte púrpura, la pulpa es succulenta de color blanca amarilla rojiza, rica en azúcar, ácido ascórbico, fósforo y calcio (Rosado, 2005). Para poder obtener buenas cosechas, los agricultores deben seleccionar variedades de plantas, conocer la fenología del cultivo y emplear mejores técnicas de fertilización y riego. En la comunidad del Duraznal (ubicada en la Región Altos de Chiapas), los productores de Durazno han considerado estas recomendaciones fitotécnicas, pero a pesar de esto, en los últimos años, los rendimientos y calidad del cultivo del durazno no han sido los adecuados, lo que está perjudicando la economía de la localidad y los

agricultores están dejando de producir este tipo de cultivo, que en otros tiempos era considerado uno de los más importantes. Por lo anterior, los agricultores de esta localidad, han recurrido a la asesoría técnica para lograr recuperar la producción del durazno y aumentar los rendimientos del fruto. El Duraznal, cuenta con las condiciones ambientales y climatológicas para el cultivo de durazno, sin embargo, es necesario verificar la calidad y fertilidad de los suelos, es decir se debe conocer cuáles son las características fisicoquímicas, para determinar si efectivamente el suelo del Duraznal es adecuado para el cultivo del durazno. Así también, es necesario estudiar aspectos fenológicos del cultivo del durazno, tales como etapa de crecimiento, desarrollo, floración y fructificación, para determinar, el momento más adecuado para adicionar fertilizantes o suplementos agrícolas que mejoren el crecimiento y producción del cultivo. En la actualidad, la producción de durazno es muy baja en esta localidad, debido a que requiere de muchos cuidados y de determinadas características del suelo para su óptimo crecimiento; tales como, un pH entre 6.0 a 7.0, así como nutrimentos esenciales para su desarrollo y producción (Moreno, 2008). Por lo anterior, en este trabajo de investigación se presenta un informe general sobre las características fisicoquímicas del suelo de las diferentes parcelas de la comunidad del Duraznal, municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, en donde se cultiva el durazno y de esta manera poder brindar a los productores las recomendaciones fitotecnicas para mejorar la producción y rendimientos de este cultivo en forma sustentable y eficiente, que repercuta en la economía de la comunidad. En esta investigación, la colaboración y participación del agricultor fue muy importante, ya que ellos cuentan con el conocimiento ancestral sobre el manejo de los cultivos. Estas comunidades están constituidas por etnias tzotziles y tienen usos y costumbres sobre sus cultivos, lo que hace difícil la transferencia de tecnología, pero sin embargo, la combinación de la experiencia de la comunidad con los conocimientos de biotecnología agrícola (estudio de suelos y cultivos) puede generar resultados positivos que beneficiaran a este importante sector agrícola de Chiapas.

## II. JUSTIFICACIÓN

El crecimiento de industrias día a día va en incremento, y los consumidores de muchos productos incluyendo frutas y hortalizas debido a sus necesidades, han generado diversas contaminaciones en el aire, agua y sobre todo en el suelo, sin tener conciencia alguna. Debido a esas necesidades de los consumidores, hacen que los productores se sientan presionados por cosechar fruta de buena calidad y en buen estado, para saciar la necesidad de los mismos, y hacen que estos conlleven a técnicas forzadas y a la vez mal tecnificadas que pueden ser riesgosos a la salud.

El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), ha comenzado a establecer acuerdos con la comunidad el Duraznal, para analizar y determinar las condiciones fisicoquímicas, de tal manera que se pueda conocer el nivel fertilidad del suelo de la región altos de Chiapas, principalmente en dicha comunidad, que pertenece al municipio de San Cristóbal de las Casas, la cual es una de las comunidades importantes en la producción de frutas y hortalizas, especialmente durazno, debido a la falta de técnicas y conocimiento de fertilidad del suelo en la que trabajan, ya que esta comunidad está fundamentada bajo criterios de costumbres ancestrales en la forma de trabajo, es por ello que nace esta investigación para obtener resultados fisicoquímicos del suelo del cultivo de durazno.

Con la colaboración y participación del laboratorio de análisis de suelos y plantas, en cooperación con los productores de dicha comunidad, se obtuvo la oportunidad de estudiar los parámetros fisicoquímicos del suelo donde están cultivados las plantas de durazno, con la finalidad que los resultados que se obtengan en esta investigación sean aprovechables para el productor, para poder darle una asesoría técnica con una información completa y precisa de dicho estudio de suelo.

Con este estudio y sus resultados benéficos para el productor, podrán ellos salir de esa duda que por años vienen creyendo por costumbres cotidianas que el suelo de dicha comunidad por ser de tierras oscuras es de mucha fertilidad, con la base de esta investigación podrán ellos tener a ciencia cierta la fertilidad del suelo en el que trabajan día a día.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo general

Analizar las características físicas y químicas del suelo de la comunidad “EL Duraznal” donde se cultiva el durazno (*Prunus persica*), comparar también mediante un análisis de varianza las diferencias entre estos parámetros físico-químico de suelo de dicho fruto, y relacionar dichos parámetros del predio de estas parcelas con la correlación múltiple de Pearson.

#### 3.2 Objetivo específicos

- Determinar parámetros físicos - químicos como (pH, capacidad de intercambio catiónico, densidad, textura, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio) en el suelo de la comunidad “El Duraznal” donde se cultiva durazno (*Prunus persica*), para determinar el grado de fertilidad.
- Determinar mediante la correlación múltiple de Pearson, las relaciones que existe y/o pueden surgir entre las variables físicas y químicas del suelo del cultivo de durazno, en la comunidad el Duraznal.
- Comparar mediante un análisis de varianza (ANOVA), los diferentes parámetros físico-químicos del suelo del cultivo de durazno en las diferentes parcelas del predio, en la comunidad el Duraznal.

#### **IV. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO**

Esta investigación se realizó en El Colegio de la Frontera Sur, que está ubicado en Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n Barrio María Auxiliadora, CP 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, principalmente en el laboratorio de análisis de Suelos y Plantas, actualmente ECOSUR está bajo la dirección del Dr. Mario González Espinoza y el laboratorio de análisis de Suelos y Plantas está bajo la responsabilidad del Q.A Miguel Ángel López Anaya, en colaboración del Técnico Manuel de Jesús Gutiérrez Gómez.



Figura 1. Interior de las instalaciones del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) unidad San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

#### **4.1 Visión**

El Colegio de la Frontera Sur, tiene como visión, estar comprometidos con las capacidades técnicas en el ámbito local y regional, buscando fortalecer la educación superior, el desarrollo productivo y social, y los procesos de descentralización para el desarrollo.

## **4.2 Misión**

Es un centro público de investigación científica, que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales.

## **4.3 Principios directrices**

- La convicción de que la investigación es esencial para construir las bases del conocimiento y capacidad requeridas para lograr un desarrollo equitativo y sustentable en beneficio de las poblaciones marginadas de la frontera sur.
- La necesidad de enfatizar en el proceso de desarrollo, la conservación de los sistemas culturales, recursos naturales y riqueza biológica con que cuentan las poblaciones de la región. El valor de la diversidad biológica como patrimonio humano y compromiso con las generaciones futuras.
- La excelencia académica, como un mecanismo que promueve la calidad y relevancia de las contribuciones de la investigación para la innovación y para la formación de recursos humanos.
- Una visión regional de los retos del desarrollo sustentable, comprometida con el desarrollo conjunto de los países vecinos de América Central y el Caribe.
- Un compromiso con la generación de capacidades técnicas en el ámbito local y regional, buscando fortalecer la educación superior, el desarrollo productivo y social, y los procesos de descentralización para el desarrollo.

## **4.4 Laboratorios de análisis de suelos y plantas**

Dentro de las instalaciones de ECOSUR, las determinaciones físicas y químicas que se le hicieron al suelo, se realizó en el laboratorio de análisis de suelos y plantas, que es un laboratorio en donde la política de calidad, es garantía de la confiabilidad y confidencialidad de los resultados

Programa de Calidad e Intercomparación de Análisis de Suelos y Plantas, coordinados por el Colegio de Posgraduados y la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, desde 1997.

Dentro de las metodologías utilizadas por el Laboratorio de Análisis de Suelos y plantas. Se encuentran las siguientes:

- Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio muestreo y análisis.
- Real Decreto 1110/1991, de 12 de Julio, por el que se aprueban los métodos oficiales de análisis de productos orgánicos fertilizantes.
- NMX-FF-109-SCF1-2007, humus de lombriz (lombricomposta) especificaciones y métodos de prueba.



Figura 2. Instalaciones del laboratorio de análisis de suelos y plantas en ECOSUR.

## **V. PROBLEMAS A RESOLVER**

Desde la existencia del hombre; permanente se ha generado una problemática ambiental en el manejo, retiro y disposición de los desechos producidos por las actividades cotidianas especialmente los relacionados con las aguas residuales de origen doméstico, industrial y comercial. En México y Chiapas es común aprovechar el flujo de aguas superficiales para desechar sólidos, líquidos y todo tipo de residuos, incluso peligrosos que se vierten a los ríos para su eliminación trasladando los conflictos y problemas ambientales a otras áreas y poblaciones. Este tipo de aguas residuales es utilizarlas como riego en sistemas agrícolas.

La comunidad Tzotzil del Duraznal, ubicada en la Región Altos de Chiapas, desde hace más de 30 años, se ha dedicado al cultivo de hortalizas y frutas, principalmente del durazno, cultivo que a la fecha ha presentado una disminución significativa en los rendimientos y producción, lo que esta ocasionado daños importantes en la economía de la comunidad. Dentro de los factores principales que están influyendo en esta problemática, se destaca, la falta de conocimientos sobre las condiciones fisicoquímicas del suelo, relacionadas con la fertilidad, el empleo de aguas negras para el riego de los cultivos, enfermedades plagas y la falta de un conocimiento Fito técnico para una mejor aplicación de fertilizantes y otros suplementos químicos. Así también, el uso y costumbres de la comunidad han impedido la aceptación de la aplicación de nuevas biotecnologías sobre el manejo y cultivo del durazno.

El laboratorio de suelos y plantas del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) ubicado en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, estableció convenios de colaboración con la comunidad El Duraznal, con la finalidad de determinar las condiciones fisicoquímicas actuales del suelo de las parcelas dedicadas al cultivo del durazno y poder ofrecer información fitotécnica adecuada para resolver esta serie de problemática. Para lo cual se realizó monitoreo y colecta de muestras de suelo para su análisis correspondiente.



## **VI. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **Alcances**

Se logró conocer las características físicas y químicas del suelo de las parcelas donde se cultiva el durazno en la comunidad del Duraznal, a través de diversas metodologías indicadas por la Norma Oficial Mexicana 021-RECNAT-2000.

Se generó documento informativo sobre el sistema de cultivo de durazno para los agricultores de la comunidad del Duraznal, en especial sobre el empleo de las variedades de durazno adecuadas a estos suelos, sobre el sistema riego y fertilización.

Se logró comprender y aplicar conocimientos de Ingeniería bioquímica, relacionados con las materias de operaciones unitarias I y II, fisicoquímicas, Biología, Bioquímica, Microbiología, que fortaleció la formación del estudiante.

### **Limitaciones**

El uso y costumbre de esta comunidad Tzotzil, no permitió coleccionar una cantidad significativa de muestras, solo se llevó a cabo en determinadas parcelas, lo que ocasionó que la información obtenida no pueda ser inferida a toda el área de estudio. Aunado, a lo difícil en el acceso a la comunidad y que este trabajo se realizó en temporadas de lluvias lo que provocó cambios en la estrategia y tiempo en la colecta.

Por otro, no se logró determinar, algunos parámetros químicos tales como: el potasio (K), calcio (Ca) y sodio (Na) ya que no se contó con los reactivos que requieren para determinar estos elementos.

## **VII. FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **7.1 Aspectos botánicos del durazno (*Prunus persica*)**

El durazno, es una de las especies frutales más populares que se cultivan en las zonas templadas de todo el mundo. Pertenece a la familia Rosáceae, y su nombre científico es *Prunus persicae* (L.) Batsch.

Gracias al continuo trabajo de mejoramiento genético ha evolucionado muchísimo desde su estado silvestre hasta nuestros días. Es el frutal con mayor número de variedades, apareciendo constantemente nuevos cultivares, con mejores características, especialmente en su fruta.

El durazno es un árbol precoz en producir, comienza al segundo o tercer año luego de su plantación en el huerto, tiene una vida relativamente corta y deja de producir en forma comercial a los 15 – 20 años de edad y la facilidad con que las variedades de esta especie pueden ser cruzadas y transmitir características a los descendientes. (López, 2009).

### **7.2 Morfología**

El árbol de durazno es de tamaño medio que va de 3 a 6 m de altura. La extensión de sus ramas alcanza alrededor de 15 metros cuadrados. Su copa tiende a ser redonda. Es un árbol poco longevo, de manera que alcanzará sus máximos rendimientos entre los 15 a 20 años, según sea el manejo que reciba. (Sigifredo, 2008).

#### **Tallo**

El tronco es más bien de escaso superior, la corteza ligeramente rugosa y el ramaje, disperso. Mediante la poda conviene forzar sus inclinaciones con el fin de que la copa adquiriera un mayor volumen y se forme en su interior un espacio abierto que permita la circulación de aire y la penetración de la luz. (Sigifredo, 2008).

#### **Raíz**

El sistema radicular de la raíz es tipo pivotante, muy ramificado y profuso y en conjunto se extiende hasta dos y tres veces más que el fuste. El sistema secundario posee una tendencia marcada a desarrollarse en sentido horizontal. (Sigifredo, 2008).

## Hojas

Las hojas son lanceoladas, agudas, dentadas, de un tono verde claro a verde rosado, sencillas alternas y caducas, en cuya base existen dos estipulas que desaparecen poco después de brotar. Los peciolo, cortos, presentan glándulas, o nectarios que segregan un almíbar, las yemas vegetativas son puntiagudos y redondos. (Sigifredo, 2008).

## Flores

Las flores son perfectas y pueden contraerse solas o en racimos; son sésiles o con pedúnculos corto. Con sépalos de color verde y pétalos blancos, rosados y rojos, estambres numerosos y periginicos, un pistilo por flor con estilo alargado, biovulado y monocarpelar. (Sigifredo, 2008).

## Frutos y semillas

La drupa es de gran tamaño, la aparición de huesos partidos es un carácter varietal. Existen dos grupos, según el tipo de fruto: de carne blanda, con pulpa sin adherencia al endocarpio y destino en fresco: y, de carne dura, con pulpa fuertemente adherida y destino fresco e industria. (Sigifredo, 2008).



Figura 3. Morfología del árbol de durazno (García, 2013).

### 7.3 Clasificación taxonómica

El durazno o *Prunus persica*. Pertenece a la familia *Rosaceae* en el género *Prunus*. Este fruto es originario de las regiones templadas del mundo, y se caracteriza por las hojas lanceoladas y aserradas, los frutos grandes y amarillos – rojizos, según la variedad de durazno. (SAGARPA, 2006).

Su clasificación taxonómica es:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Rosales

**Familia:** Rosaceae

**Género:** *Prunus*

**Especie:** *Prunus persica* (L.) Batsch.

**Varietades:** pezón de venus, rubidoux, elbertha, ventura, melocotón, diamante, guaytambito, tejón de Israel, zapallo, nectarino.

**Nombres Comunes:** durazno, melocotonero, blanquillo. (Tobar, 2003).

### 7.4 Origen y distribución

El durazno (*Prunus persica*) es considerado como uno de los frutos caducifolios más importantes del mundo. Durante mucho tiempo se consideró que el durazno era originario de Persia, de donde precisamente, proviene su nombre de clasificación (*persicae*). Sin embargo, algunas investigaciones han señalado que existen referencias del durazno en China que datan de por lo menos 2,000 años antes de la era cristiana, por lo que es muy probable que de esa región pasara a Persia y de ahí a diversas ciudades del Mediterráneo llevadas por los romanos, de donde posteriormente se extendería a otras partes de Europa. (Santizo, 2010).

(García, 2013) afirma que este fruto es de origen Chino. Ya que del año 2000 A.C se hacían descripciones de sus flores y frutos maduros, por lo cual hoy es aceptado por todos que su origen se encuentra en dicho país.

Con el paso del tiempo se fue distribuyendo este fruto por otros países y continentes, en el caso de Perú el durazno llegó un poco más tarde a finales del

siglo XVI en la época del virreinato, fueron introducidas por los españoles, por lo que este fruto llegó a ser historia en su agrícola nacional. (García, 2013).

Para el caso de México, semillas (huesos) de esta fruta fueron traídos por los españoles en el siglo XVI. Gonzalo Fernández de Oviedo, en su historia general y natural de las Indias, indica que trajo de Toledo, España, huesos de durazno, los cuales se sembraron en diversos lugares de la Isla Española, hoy conocida como República Dominicana, sin que hubieran nacido las plantas, pero que huesos de esta fruta prendieron en la tierra firme de México, así como en otros países templados y cálidos de América. En 1927, en México se establecen plantaciones de durazno con fines comerciales, con un total de 1 579 Ha a nivel nacional. Hoy en día el cultivo en nuestro país se extiende a casi todo el territorio, bajo condiciones climáticas muy variadas. (Santizo, 2010).

Debido a los diferentes lugares donde se distribuyó el durazno, se aclimato bien, sobre todo en la zona de los valles donde el clima era más templado. Las exportaciones de esta especie comienzan a mediados del siglo XIX y ya a comienzos de este siglo la fruta era comercializada en el mercado de fruta fresca. (García, 2013).

## 7.5 Producción mundial

Los principales países productores de durazno son: China con el 30%, Italia 13 %, Estados Unidos 10%, España con el 8% del total de la producción mundial, en donde México ocupa el quinceavo lugar con el 1%.(Priego, 2012).

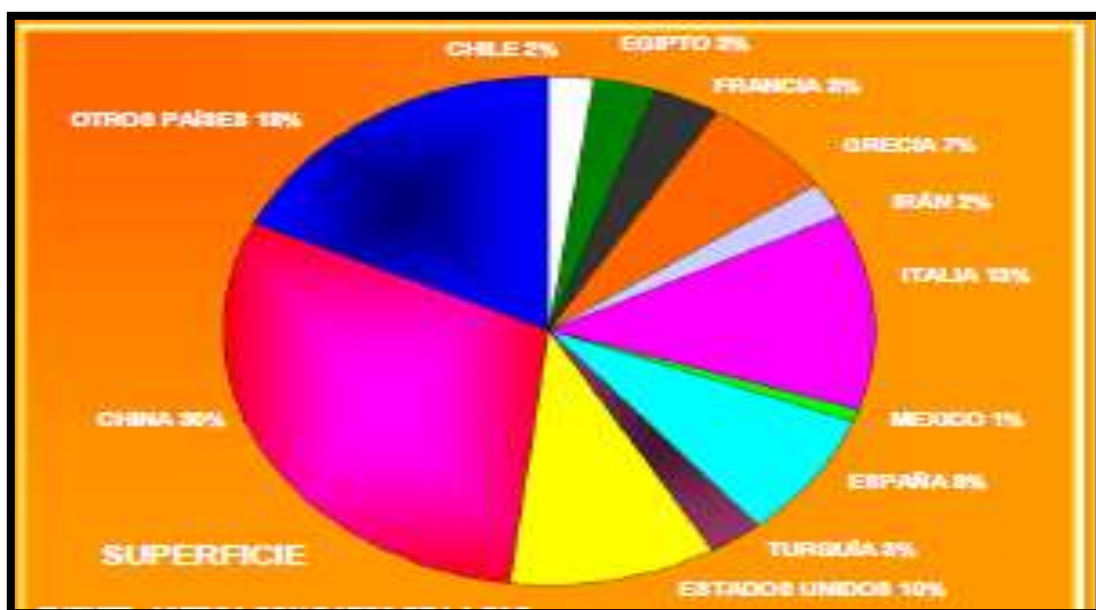


Figura 4. Distribución de la superficie mundial de durazno (SAGARPA, 2012).

Entre Italia, España y Estados Unidos conforman el 68% del total de las exportaciones mundiales de durazno. Por otro lado, Alemania, Francia e Inglaterra compran el 39 % del total del durazno que se ofrece para venta escala mundial, México adquiere el 2% del total de la oferta. Los rendimientos promedio por hectárea de durazno en el ámbito mundial, varían de 15 a 50 Ton /Ha, en México estos son considerados entre 4.28 a 5.8 Ton /Ha (Rosario, 2012).

Referente a los niveles de producción de durazno, se estima una obtención mundial de 12 millones de toneladas anuales, siendo China quien ocupa el primer lugar en este rubro con 2, 837,620 toneladas, que representa el 24% del total mundial producido. Le siguen países como Italia y Estados Unidos con 1, 505,870 y 1, 287,430 toneladas, que representa el 12.5 y el 10.8% respectivamente. Los mejores rendimientos mundiales los obtiene actualmente Francia con 17.28 toneladas, Estados Unidos con 16.18, Italia con 15.26 y Grecia con 13.59 toneladas por hectárea. El rendimiento promedio anual es de 6.64 toneladas, influenciado este por los bajos rendimientos de China de apenas 3.18 toneladas en el 30% de la superficie mundial. (García, 2013).

Cuadro 1. Rendimiento por hectárea en los últimos años de los países más productores de durazno (SAGARPA, 2012).

<b>PAISES</b>	<b>ton/Ha en 2009</b>	<b>ton/Ha en 2010</b>	<b>ton/Ha en 2011</b>	<b>ton/Ha en 2012</b>
U.S.A	42.99	42.27	39.32	40.93
CHILE	27.65	23.07	29.08	28.84
SUDAFRICA	23.41	24.03	24.62	27.56
AUSTRALIA	27.65	24.97	23.30	25.40
GRECIA	19.81	20.51	21.68	24.50
ARGENTINA	19.82	15.43	21.18	20.04
ESPAÑA	19.54	17.37	20.99	19.50
CHINA	16.30	13.82	15.34	15.00

Los principales países exportadores de durazno en el mundo son: Italia con el 31%, España con el 27%, Estados Unidos con el 10%, Grecia con el 8%, Francia con el 7% y Chile con el 7% entre otros. (García, 2013).

### **7.5.1 Producción nacional**

Según datos de la SAGARPA se estima que en México se encuentran establecidas 45,843 hectáreas con durazno, con una producción anual de 222,064 toneladas, derivadas de un rendimiento promedio de 5.33 toneladas por hectárea. Del total de hectáreas de México 16,500 se localizan en el estado de Zacatecas,

7,000 en Michoacán y 3,500 en el estado de México, ocupando primer, segundo y tercer lugar en superficie respectivamente. Chihuahua ocupa el quinto lugar con 2,100 hectáreas. (SAGARPA.2006).

Nuestro país importa aproximadamente 63,000 toneladas de durazno en fresco y procesado al año. Es decir que en México aun con una producción de 194,713 toneladas provenientes de 34,194 hectáreas no alcanza a satisfacer la demanda del mercado nacional. El estado de Zacatecas en México ocupa el primer lugar en superficie establecida de durazno con 9,953 hectáreas que representa el 29%. Michoacán ocupa el segundo lugar nacional con 6,359 hectáreas, que representa el 18.6% nacional. Le sigue el estado de México con 3,419 hectáreas, es decir el 10% y Puebla con 2,422 hectáreas de durazno que representa el 7%.

En producción Michoacán ocupa el primer lugar con 41,182 toneladas anuales, que significa el 21% nacional, el segundo sitio en la actualidad el estado de México con producciones anuales de 40,502 toneladas que representa el 20.8%, seguimos por Morelos con 21,209 toneladas que significa el 10.9%, Zacatecas con 19,843 toneladas que representa el 10% y Chihuahua con 18,171 toneladas que representa el 9.3% de la producción total nacional.

Los mejores rendimientos nacionales los obtiene Chihuahua con 15.84 toneladas por hectárea, Sonora con 13.69 toneladas, Aguascalientes con 13.31, Morelos con 12.69 toneladas y estado de México con 11.85 toneladas por hectárea. (Priego, 2012).

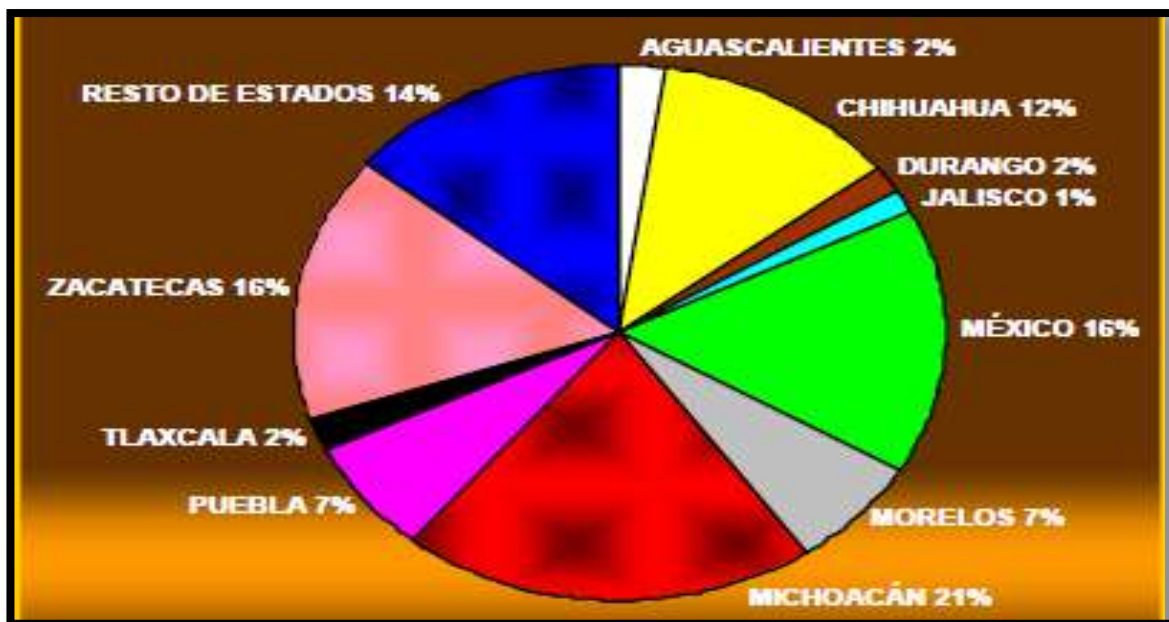


Figura 5. Distribución de la superficie nacional de durazno (García, 2013).



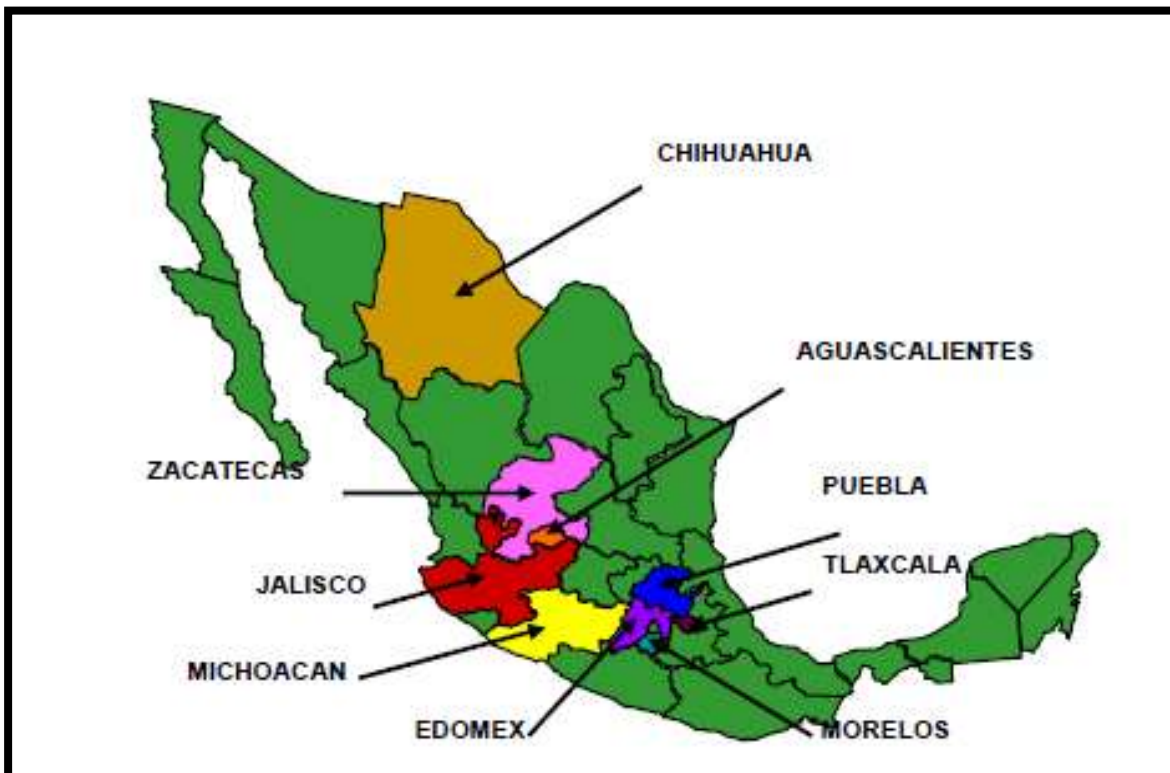


Figura 6. Principales estados productores de durazno en México. (García, 2013).

### 7.5.2 Producción a nivel estado

El estado de Chiapas y específicamente el Valle de San Cristóbal de las Casas, es considerado como de los 5 lugares a donde por primera vez llegó el durazno al continente americano. El cultivo del Durazno variedad Diamante, es una actividad productiva establecida en la región de los Altos, en áreas de riego con potencial productivo probado, que permite a los productores de la zona competir con ventajas en precio, derivado de los bajos costos de la mano de obra, el riego agrícola y los altos rendimientos productivos; ofertar el producto en las épocas de baja producción nacional y con menores costos de transportación por la cercanía geográfica con la región sureste de la república.

El producto ha logrado posicionarse en los mercados locales y nacionales con presentación y calidad similar a la calidad nacional, pero con precios más accesibles que le permite a la cercanía de zona de demanda, a través de diferentes canales de comercialización: Venta directa del productor al mayorista en el mercado local, en donde lo adquiere el medio mayorista, de este al detallista y finalmente al consumidor. Venta en carreteras, calles y ciudades principales (productor) ventas en mercados y rancherías (Acopiador) ventas de central de abastos al mercado sureste y supermercados, ventas a importadores nacionales, y ventas a cadenas de supermercados. (SAGARPA, 2004).



En la comunidad el Duraznal por cada árbol rinde 20 kg de fruto, en lo general hay como 250 árboles de fruto por parcela, es decir que por cada hectárea cosechada el rendimiento es de 4400 kilogramos de durazno, lo que conlleva a 4.4 toneladas por hectárea. Si el promedio por hectárea es la dicha, entonces a nivel estado se produce 1,100 toneladas por año.

## **7.6 Características agrícolas del durazno**

Las características siguientes, son las que el cultivo de durazno requiere en óptimas condiciones para tener un buen cultivo de este fruto.

### **Horas de frío**

Este fruto por ser de especie caducifolia requiere acumular una cantidad suficiente de horas de frío durante su periodo de agostamiento, los arboles de durazno tienen exigencia de horas de frío entre 100 y 1250 horas de frío anuales. (Sigifredo, 2008).

### **Heladas**

Las heladas consisten en el descenso de la temperatura de 0 °C, se considera que las heladas constituyen uno de los principales problemas que confronta la fruticultura de hoja caduca en la mayor parte de los países productores del mundo. Las pérdidas que ellas ocasionan representan en promedio grandes porcentajes de la producción, existiendo zonas en las que estos porcentajes, a lo largo de lapsos de 10 años, llegan a representar más de un 50% de la potencialidad productiva. (Sigifredo, 2008).

### **Temperatura**

La temperatura tiene una función importante en la regulación del crecimiento de los árboles frutales caducifolios, durante la época fría (meses de diciembre a febrero) se requieren temperaturas bajas, para llenar sus requerimientos de hora frío. No es recomendable la siembra de durazno en lugares donde se presenten con mucha frecuencia heladas tardías, que afectan a los árboles provocándoles la muerte de la yema por el efecto de las bajas temperaturas. (Sigifredo, 2008).

### **Lluvia**

Es necesario que durante la etapa de floración y crecimiento del fruto, exista un adecuado suministro de agua, por lo que si no se cuenta con riego, las lluvias deben de ser bien distribuidas, ya que se han observado frutos abiertos por efecto de canículas prolongadas. (Sigifredo, 2008).

## Luz

La luz solar es imprescindible para el desarrollo de los árboles y frutas, por lo que se recomienda plantarlos en áreas donde reciban la mayor cantidad de luz posible, la luz es necesaria ya que determina en gran parte la calidad de la fruta, especialmente sabor y color. (Sigifredo, 2008).

## Altitud

El durazno necesita satisfacer sus requerimientos de horas de frío, por lo que deben sembrarse en regiones altas (a más de 1500 msnm), dependiendo de la variedad, pero considerando que no existan riesgos de heladas especialmente las tardías. (Sigifredo, 2008).

## Viento

Los vientos moderados favorecen el desarrollo del durazno, pero los vientos fuertes causan problemas como quebraduras de ramas mala formación del árbol y especialmente caída de flores, así como daño mecánico a los frutos. (Sigifredo, 2008).

### 7.6.1 Valor nutricional del durazno

El durazno es rico en carbohidratos y pobre en proteínas y grasas. Contienen numerosos elementos minerales y vitaminas esenciales, siendo su valor nutricional el siguiente:

Cuadro 2. Valor nutricional del fruto de durazno.

<b>Composición</b>	<b>Porcentaje</b>
Agua	77-90%
Azúcares totales	6-16%
Proteínas	0.3-0.9%
Grasa	0.1%
Ácidos	m <sub>eq</sub> / 100g del 14 al 17%
Pectina (pectato de cálcico)	0.6-1%
Cenizas	0.3-0.6%
Fibra	0.3-1.4%
Vitamina A	0.08
Vitamina B1	0.02
Vitamina B2	0.05
Vitamina B6	0.02

De los azúcares presentes los representativos son glucosa (1.47%), fructosa (0.93%) y sacarosa (6.66%). Entre los aminoácidos que poseen resaltan: aspártico, glutámico, alfa alanina, asparagina, glutamina, isoleucina, prolina, serina, treonina y valina. En cuanto al contenido de ácidos orgánicos el durazno contiene ácido málico (20-64%). Ácido cítrico (12-36%) y Ácido quínico (16-40%).

El durazno también es rico en vitaminas, por ejemplo presenta un destacable contenido de vitamina C desde la piel, hasta la zona próxima al hueso, en menores proporciones se encuentra también la vitamina E, vitamina B<sub>2</sub> y B<sub>6</sub>, así como el ácido pantoténico (Bardenes et al, 2007).

## **7.6.2 Etapas fenológicas del cultivo de durazno**

### **Dormancia**

Es la etapa fenológica donde queda inhibido el crecimiento y se detiene; poco tiempo después se desprenden todas las hojas, mediante abscisión del pecíolo, quedando totalmente desnudos y comenzando un período de reposo o inactividad casi total. Este desprendimiento total de las hojas, así como el período de reposo, son las características que definen a este tipo de árboles, ya que la caída de las hojas no obedece a la presencia de un estado de senescencia en ellas, sino ocurre en un lapso reducido y sucediendo en la totalidad de ellas, sin importar la edad o etapa de desarrollo de las mismas. El durazno tiene que acumular entre 700 y 800 horas frío durante el invierno, para que los árboles puedan llenar sus requerimientos, durante su periodo de reposo, para luego tener un buen desarrollo en las siguientes etapas fenológicas. Esta etapa generalmente ocurre entre los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero. (Humberto, 2007).

### **Yema hinchada**

Se presenta esta etapa después de la dormancia, cuando el durazno ha acumulado las horas de frío necesarias para salir del reposo, para luego empezar con los procesos vegetativos y de floración para el próximo ciclo de producción. Esta etapa ocurre en el mes de enero.

### **Punta verde y/o rosada**

Es la etapa que sigue después de la etapa fenológica de yema hinchada, donde se distinguen las yemas que serán vegetativas (punta verde) y las que serán florales o que producirán flor (yema rosada). Esta etapa fenológica se da generalmente en el mes de febrero y se desarrolla simultáneamente con la etapa fenológica de yema hinchada.

### **Punta rosada-inicio de floración**

En esta etapa se empieza la formación de flor, dándose por lo general en el mes de marzo, siendo el requerimiento de agua mayor que el de la etapa anterior.

### **Floración-caída de pétalos**

Esta etapa fenológica es cuando el árbol se encuentra en plena floración o ya se ha formado la flor en su totalidad y también se inicia la caída de pétalos para la posterior formación de fruto; ocurre en el mes de abril y necesita de agua para cubrir los requerimientos del cultivo.

### **Cuajado de fruto**

En esta etapa se inicia la formación de fruto y se necesita la aplicación de agua a los árboles, ya que durante este periodo, los requerimientos de agua por los árboles son mayores. La etapa de cuajado de fruto se da en el mes de mayo y se desarrolla simultáneamente con la etapa fenológica de crecimiento de fruto etapa II (endurecimiento de hueso).

### **Crecimiento de fruto**

Ocurre esta etapa fenológica en los meses de junio- julio, se refiere al crecimiento y maduración de la fruta. Para esta etapa el requerimiento de agua por los árboles es mayor. En esta etapa la aplicación de agua no es muy necesaria ya que se han iniciado las lluvias, pero debido a la mala distribución de las lluvias se hace necesaria la aplicación de agua durante períodos prolongados de sequía (canículas).

### **Cosecha**

Se da en los meses de agosto-septiembre y es cuando los frutos están maduros, para realizar la cosecha se hacen muestreos, si es posible se miden grados brix. En esta etapa los requerimientos de agua empiezan a descender con relación a la etapa anterior. (Humberto, 2007)

## **7.6.3 Requerimientos de suelo para el cultivo de durazno**

Considerando que el establecimiento de árboles frutales, en este caso el cultivo de durazno, implica una permanencia de la planta a largo plazo, es importante conocer las características del suelo donde esta plantado el cultivo, para saber esos parámetros importantes y mediante estos, hacer la comparación de los resultados que se obtendrá en el estudio.

### **7.6.3.1 Condiciones físicas y químicas del suelo**

#### **Condiciones físicas del suelo**

Deben ser perfectamente suelos sueltos y profundos, con textura liviana a franco. Se deben evitar aquellos con capas rocosas, arcillosas duras e impermeables que impidan un buen drenaje, ya que al retener demasiada humedad, se puede provocar problemas al sistema radicular por asfixia y enfermedades fungosas. (Gonzales, 2004).

(Herrera, 2011). Dice que El cultivo de durazno prospera bien en terrenos ligeros, arenosos y calcáreos. En suelos de textura arcillosa se nota una incidencia a contraer la enfermedad gomosa. De igual forma, en terrenos áridos y pocos profundos se obtienen frutos pequeños, amarillos, pocos jugosos y caen fácilmente; en cambio, en terrenos húmedos se tienen frutos acuosos, insípidos y de mala conservación. Es indispensable que el suelo sea profundo y sobre todo ligero para que las raíces puedan extenderse fácilmente y profundizar lo necesario sin que tengan que quedarse demasiado superficial y sufrir por el calor y la sequía. La profundidad mínima del suelo debe ser 0.5 metros, siendo lo ideal tener suelos de 1.80 a 2 metros. El pH debe acercarse a la neutralidad.

El acceso al agua en la temporada seca que comprende los meses de marzo, abril y mayo, es un factor primordial para el óptimo crecimiento y desarrollo del durazno. En cuanto al terreno, se necesita que no sea completamente plano, debido que al llover el agua se encharca y esto origina problemas de plagas y enfermedades. Por ello, el terreno debe tener una inclinación aproximada del 20%, para que el agua escurra al precipitarse.

#### **Condiciones químicas del suelo**

El desarrollo de los árboles de durazno es mantenido en parte por los nutrientes que le proporciona el suelo, de estos, el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio y Calcio son muy importantes así como el Magnesio, Zinc, Hierro, y Boro. Otros factores químicos como el pH, contenido de sales, materia orgánica capacidad de intercambio catiónico, también deben ser considerados con atención, ya que influyen de manera directa en la disponibilidad de nutrientes del suelo a la planta. El pH adecuado para el durazno es de 6.0 a 7.0 mientras más alto sea, habrá dificultades con la disponibilidad de ciertos nutrientes como el zinc, hierro manganeso, y boro. La presencia de sales debe ser baja, por lo que un suelo adecuado deberá tener un valor de conductividad eléctrica menor de 2.0 dS/m. A valores mayores puede haber toxicidad, afectar la nutrición de los árboles y reducir la permeabilidad de los suelos. El contenido de materia orgánica es importante, el nivel adecuado estará entre 2.5 a 3.5%, en suelos arcillosos debe ser alto de 3% a

4.5% ya que éste permite volver un poco más suelto el suelo, esponjándolo y permitiendo una mayor aireación; en suelos arenosos donde siempre el contenido es bajo, será necesario incorporarle materia orgánica para inducir la formación de condiciones arcillo limosas. (Gonzales, 2004).

#### **7.6.4 Épocas de siembra**

Para el caso del durazno, lo más común es que se plante en invierno durante el letargo con plantas a raíz desnuda, que pueden ser terminadas o de ojo dormido. La plantación a raíz desnuda es aquella en que las plantas son sacadas del vivero dejando sus raíces al descubierto. No es recomendable la plantación cuando los árboles están en crecimiento pues las plantas se exponen a la deshidratación y el trasplante sería delicado provocando daños irreversibles en la planta. En cualquier caso, los árboles deben examinarse cuidadosamente a su llegada revisando los siguientes aspectos: identidad varietal, estado físico (golpes y roturas), estado sanitario (*Agrobacterium*, *nemátodos*), posibles daños por frío y síntomas de desecación. (López, 2009).

La mejor época para realizar la plantación es entre junio y julio; excepto en las zonas de fuertes heladas invernales donde la plantación se retrasará hasta finales del invierno. Si ocurre algún retraso en la plantación, se deberá almacenar las plantas en cámaras frigoríficas a 4-7 °C, cuidando tener húmedas las raíces durante el almacenaje (colocarlas en bins con aserrín húmedo). Esto retrasará la brotación durante unas 2 semanas. (López, 2009).

## 7.7 Variedades de durazno

Entre las variedades más importantes y producidas en México, se encuentra las siguientes:

Cuadro 3. Variedades más producidas de durazno en México. (López, 2009).

VARIEDAD	DESCRIPCIÓN	FRUTO
DIAMANTE	Se caracteriza por su bajo requerimiento de frío (alrededor de 200 horas de frío), vigoroso, periodo de floración a cosecha de 125 días, de fruto amarillo, hueso pegado y pulpa de consistencia media. frutos de 130 a 140 g.	
DIAMANTE ESPECIAL	Requiere de 200 a 250 unidades de frío, presenta 130 días de flor a fruto, es resistente a Monilinia en floración. El fruto de color amarillo sin chapeo, posee menos punta y pubescencia, de 130 a 140 g.	
AZTECA	Conocido también como oro azteca mejorado. Requiere 200 horas de frío y 100 días de flor a fruto. Produce frutos redondos, con 90% de chapeo, vellosidad corta, oscurecimiento de la pulpa inferior.	

---

ORO DE SAN JUAN

Requiere alrededor de 275 horas de frío, 110 días de flor a fruto maduro. Es una de las de elecciones que produce frutos de mayor peso promedio (entre 116 a 163 g), 50% de chapeo y oscurecimiento de la pulpa.



---

CARDENAL

Requiere 250 horas de frío, 100 días de flor a fruto, se cosecha 25 días antes que la variedad diamante. Produce frutos redondos, 80% de chapeo, vellosidad, pulpa firme.



---

REGIO

Requiere 250 horas de frío, floración temprana, 130 días de flor a fruto. Es redondo con baja vellosidad, firmeza intermedia y hueso pegado. Cascara amarilla y pulpa amarilla naranja, pesa de 120 a 180 g.





## **7.8 manejo Fito técnico de plantación**

### **Selección del terreno**

El terreno para la producción de durazno debe estar inclinado, si está plano se encharca la lluvia y afecta al durazno. El durazno es un cultivo delicado por lo que debe deforestarse el terreno. En cuanto a la textura del suelo, los productores prefieren aquellas texturas de coloración café a negra, ya que lo consideran como los mejores suelos en cuando a mejor fertilidad. (Graciela, 2011)

### **Siembra**

Las distancias de siembra para el cultivo de durazno fluctúan entre 4 y 5 m entre plantas y 5, 6 y 7 m entre hileras, dependiendo de las condiciones físicas del suelo, las variedades, la altura sobre el nivel del mar, la calidad y el porte del patrón o porta injertos. El trazado de la plantación se efectúa manualmente, colocando estacas en los sitios a sembrarse. Posteriormente con cierta antelación a la plantación se proceda abrir los hoyos generalmente de 0.5 x 0.5x 0.5 m de largo, ancho y profundo. (Sigifredo, 2008)

### **Riego**

El árbol de durazno tiene requerimientos diarios de agua. Esta necesidad es alterada diariamente por la velocidad del viento, temperatura, evaporación, radiación solar, del estado de desarrollo de los árboles (tamaño del árbol y etapa fenológica) y el coeficiente del cultivo ( $K_c$ ), el cual está en estrecha relación con el desarrollo del cultivo. Existen otros riegos presurizados como el de micro aspersión, el cual tiene un uso más adecuado cuando el suelo del huerto es arenoso. En huertos cultivados bajo temporal, es importante aplicar riegos de auxilio; si esto es posible, se debe dar un riego de 60 litros de agua después del amarre de fruto, y otro al terminar el mes de mayo, con lo cual se promueve mayor follaje y cuajado de fruto. (Zegbe, 2005).

### **Fertilización**

Para fertilizar la huerta de durazno, se usa fuentes orgánicas e inorgánicas. Año tras año, se utilizan alrededor de 5 toneladas de fertilizantes químicos, entre las fuentes se encuentra: triple 17, sulfato de amonio, urea, etc. Para complementar la fertilización, se emplea pollinaza o gallinaza ya que tiene mucho nitrógeno y eso ayuda a los árboles. En la fertilización química se hace una mezcla de fuentes de N-P-K, como también calcio, azufre.

Se efectúan tres aplicaciones de fertilizantes químicos al año:

- La primera aplicación es cuando está floreciendo
- la segunda aplicación, es cuando la planta está formando la fruta
- la tercera, es al terminar la cosecha para que la planta recupere los nutrimentos absorbidos durante la cosecha. (Graciela, 2011)

### **Poda**




La poda es una de las fases trascendentes que caracteriza a la experiencia de producción del durazno. Los árboles de durazno se preparan un año antes de la cosecha; para tener una buena producción, depende en gran medida de las podas. En el cultivo de durazno se practican tres podas:

- La primera poda se denomina “de formación” y consiste en cortar las ramas centrales verticales con un ángulo entre 70-90°, de modo que queden ramas cuya orientación sea inclinada con un ángulo entre 40-70°; el principal objetivo de la poda de formación es evitar que el árbol crezca en sentido vertical, ya que el árbol crecerá mucho que complicará la cosecha de los frutos de durazno. Esta poda se lleva a cabo al año de trasplantar los árboles de durazno. (Graciela, 2011)
- La segunda poda, se realiza entre los meses de mayo a junio cada año y se denomina “poda de selección de cargadores”. Este tipo de podas, consiste en seleccionar aquellas ramas que no presenten daños por plagas y enfermedades, que estén gruesas y que estén inclinadas hacia los lados. (Graciela, 2011)
- La tercera poda es “el raleo de frutos” y se realiza cuando los cargadores tienen exceso de frutos. El raleo se realiza de forma manual a mediados del año cuando los frutos de durazno se encuentran de un tamaño de una canica. (Graciela, 2011)

#### **7.8.1 Plagas y enfermedades**

Las plagas juegan un papel importante para la producción. Por las cuales tienen que recurrir al uso de insecticidas químicos, debido a que los productos orgánicos actúan muy lento y las plagas hay que controlarlas de forma rápida. Las plagas son las siguientes:

Cuadro 4. Plagas más comunes en el durazno a nivel nacional (Murray, 2010)

PLAGAS	DESCRIPCIÓN	FRUTO (DAÑADO)
<p>BARRENADOR DE LAS RAMAS (<i>Anarsia linetella</i>)</p>	<p>Se alimenta de ramas y frutos. En los brotes y ramas tiernas, las larvas penetran cerca de la punta del brote y hacen un túnel corto hacia abajo del mismo (de 1.5 a 3.0 cm de profundidad). Este daño es más severo en plantas de vivero y árboles jóvenes. puede ocasionar daños fuertes en frutos, que son susceptibles cuando empiezan a cambiar de color (inicio de la madurez) hasta la cosecha</p>	
<p>ARAÑA ROJA (<i>Tetrany chusurticae</i>)</p>	<p>Las arañas rojas pasan el invierno como adultos en la base de los árboles, o cobertura del suelo y son un problema en tiempos de seca (abril a junio). Estos quitan la savia y la clorofila de las hojas causando aspecto punteado, pérdida de vigor del árbol.</p>	
<p>TRISPS (<i>Frankliniella occidentalis</i>)</p>	<p>Son insectos diminutos y delgados que se alimentan de las flores y de frutos jóvenes. Su alimentación daña la fruta y las cicatrices se forman mientras la fruta madura, los síntomas del fruto son cicatrizamiento de la fruta, fruta deformada, engomado en las áreas con cicatrices.</p>	

---

**PULGON VERDE**  
*(Mycus persicae)*

Deforman las ramas tiernas y del follaje, detienen el crecimiento de los brotes, ataques sucesivos pueden causar la muerte del árbol. Tanto las formas jóvenes como los adultos se alimentan de la savia de las plantas.



---

**CHINCHE**  
*(Lygus lineolaris)*

Causa decoloración de las hojas y debilitamiento por la succión de savia. En ataques severos puede dañar flores y frutos, lo cual disminuye la cosecha y calidad de la fruta. Es una plaga que los últimos años ha incrementado sus daños a su persistencia durante todo el año.



---

**GUSANO DE BOLSA**  
*(Hyphantria cunea)*

La larva come el follaje y fruta que está dentro de sus telarañas. Ellos pueden alimentarse de todo el follaje de pequeños árboles. Pero usualmente ataca únicamente ciertas ramas o partes de estas de árboles grandes. La larva se alimenta haciendo largos y profundos caminos en la superficie de la fruta.



Cuadro 5. Enfermedades más comunes en el durazno a nivel nacional (Murray, 2010)

ENFERMEDADES	DESCRIPCIÓN	FRUTO (DAÑADO)
<p>CENICILLA (<i>Sphaerotheca pannosa</i>)</p>	<p>Este hongo forma manchas blanquecinas, harinosas de hasta 3 cm de diámetro, ataca hojas tiernas, brotes y frutos en desarrollo. En ataques severos produce defoliación del árbol.</p>	
<p>VERRUCOSIS (<i>Taphrina deformans</i>)</p>	<p>Se presenta principalmente en las hojas, como deformaciones rizadas y carnosas, de color amarillo verdoso y finalmente rojizo. El hongo inverna en forma de esporas entre las escamas de las yemas.</p>	
<p>TIRO DE MUNICIÓN (<i>Coryneum beijerinckii</i>)</p>	<p>En las hojas se observa primero manchas pequeñas, circulares, violetas, circundadas por un halo clorótico, que después de un tiempo se vuelven todas rojizas. En el fruto se observan manchas de color café.</p>	

---

**PUDRICIÓN MORENA**  
(*Munilinia fructicola*)

En la flor provoca el parpadeo y su marchitamiento, así como exudados gomoso. En el fruto aparecen pequeñas manchas pardas y circulares que después se cubren de esporas de tonalidad rojiza.



---

**ROYA**  
(*Tranzschelia discolor*)

En el envés de las hojas se presenta manchas o pústulas de color café o pardo que después oscurecen y llegan a ser negras. Un ataque severo debilita al árbol.



---

## 7.9 Estructura y función del suelo

El suelo es un material extraordinario. Es la capa superficial de la tierra, la que ha sido transformada muy despacio por la descomposición a través de la acción meteorológica, la acción de la vegetación y del ser humano. El material original del cual un suelo se forma puede ser la roca subyacente o los depósitos de los ríos y de los mares (suelos aluvionales) y del viento (suelos eólicos, tales como el loess) o suelos de cenizas volcánicas.

El suelo da soporte a las plantas en forma de una capa permeable para las raíces y es una especie de depósito para los nutrimentos y el agua. Dependiendo de su composición, los suelos difieren en su capacidad para proveer los diferentes nutrimentos. Contrario a lo que frecuentemente se cree, el color del suelo revela muy poco respecto a la fertilidad del mismo. (Marbeuf, 2002)



El suelo está compuesto de partículas minerales de tamaños diferentes, procedentes de la alteración del material parental, y de materia orgánica (por ejemplo residuos de plantas y de animales), así como de cantidades variables de agua y de aire.

## **Composición del suelo**

### **Fase sólida**

Se divide en orgánica e inorgánica:

- La inorgánica son los fragmentos de rocas y minerales producto de la meteorización. Gravas > 2mm y arenas 2mm – 0.02 mm; limos 0.02 – 0.002, arcillas < 0.002. Las arcillas forman agregados con el humus muy importante para la fertilidad del suelo al retener sales minerales.
- La orgánica está compuesta por materia orgánica procedente de restos de seres vivos como excrementos, madera, en mayor o menor grado de descomposición. La materia orgánica retiene más agua, favorece la aireación del suelo al aglutinar partículas minerales haciéndolos más poroso y aumenta la fertilidad del suelo.

### **Fase líquida**

Es el agua que lleva en disolución sales minerales y coloides de arcillas y humus. El agua generalmente se encuentra en los poros del suelo de tamaño pequeño o mediano (agua absorbible), si los poros son demasiados pequeños no puede ser absorbida por las raíces y si los poros son demasiado grandes tampoco porque se escurre por gravedad para formar parte del agua de acuíferos subterráneos.

### **Fase gaseosa**

Es el aire que ocupa los poros de tamaño grande y aquellos en los que el agua se ha consumido, su composición es similar a la del aire atmosférico pero con una menor proporción de O<sub>2</sub> (20%) y mucho mayor de CO<sub>2</sub> (0.5 -1.0%) debido a la gran actividad biológica que se desarrolla en el suelo.

### **Estructura del suelo**

Es la disposición y estado de agregación de las partículas del suelo. Las partículas finas del suelo suelen estar unidas formando agregados o grumos, en la mayoría de los casos gracias a la acción de la materia orgánica. Los espacios entre estos agregados se llaman poros, por ellos circulan aire y agua. Determinan hasta el 50% del volumen del suelo. Normalmente el aire ocupa la mayor parte de los poros grandes y el agua los pequeños. A su vez, los agregados se juntan formando grupos mayores. La forma en que se unen las diversas partículas recibe el nombre de estructura, y tiene gran importancia sobre las propiedades del suelo

(igual que la textura) como son la permeabilidad, dureza, aireación. Se habla de estructura como una propiedad y es más bien un estado, ya que cuando el suelo este seco, se agrieta y se manifiesta la estructura, pero si está húmedo, el suelo se vuelve masivo, sin grietas y la estructura no se manifiesta.

Según su estructura los suelos se clasifican en:

- Sin estructura.
- Estructura granular; gránulos más o menos esféricos.
- Laminar; se forman agregados aplanados.
- Estructura poliédrica; con agregados poliédricas más o menos regulares. Si tiene aspecto de columna se llama columnar.

Una manera del buen manejo de la estructura del suelo es la producción de buenos cultivos con rendimientos adecuados. Esto se logra si se incrementan las buenas condiciones de porosidad, agregación, permeabilidad de aire, aire y raíces profundas, lo que se traducirá en máximos rendimientos bajo las condiciones dadas de clima y fertilidad. (Arévalo, 2010)

### **Horizontes del suelo**

Se llama perfil de un suelo al corte vertical del suelo que aparece caracterizado por una serie de capas horizontales llamadas horizontes.

#### **Horizonte A (horizonte de lixiviación o lavado)**

Generalmente presenta un tono oscuro debido a la abundancia de materia orgánica, es decir es rico en humus; por el contrario es pobre en minerales solubles ya que el agua de lluvia los disuelve arrastrándolos hacia horizontes inferiores. Es una capa muy importante porque proporciona al suelo los elementos nutritivos para las plantas. Si está muy desarrollado el horizonte A, se le pueden distinguir 3 subniveles: en la superficie del horizonte 0 o A<sub>0</sub>, le sigue una zona rica en humus elaborado o A<sub>1</sub> y el subnivel A<sub>2</sub> predominan los minerales sobre el humus.

#### **Horizonte B (horizonte de precipitación o acumulación)**

Se caracteriza por tener mayor cantidad de arcilla, el tamaño pequeño de la arcilla hace que pueda ser arrastrada del horizonte A y acumularse en el B, además de la arcilla que ya pudiera haber en el B y que no provenga del A, tiene un color más claro que el anterior, debido a la escasez de materia orgánica y la riqueza de sales minerales.



### **Horizonte C (o de transición)**

Constituido por la roca madre en proceso de meteorización, es decir, lo conforman fragmentos de la roca madre rodeados de una matriz de naturaleza arenoso-arcillosa integrada por minerales heredados y de alteración. El suelo crece hacia abajo, ya que al alterarse la roca madre se incorpora al nivel C del suelo.

**Horizonte D (o roca madre):** roca madre sin alterar. (Arévalo, 2010)

### **7.9.1 Nutrientes del suelo**

Los suelos requieren nutrientes necesarios para que las plantas obtengan su crecimiento óptimo y adecuado, los cuales estos nutrientes se encuentran clasificados en dos grandes ramos, que son:

#### **Macronutrientes**

Son todos aquellos elementos que se requieren en grandes cantidades, como son el Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (P), potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). (Torres, 2006)

Macronutrientes y sus aportaciones y/o beneficios a la planta:

**Nitrógeno:** Favorece el crecimiento vegetativo, produce succulencia, da el color verde a las hojas, un exceso de este elemento retarda la maduración, debilita la planta, y baja la calidad del cultivo.

**Fósforo:** Interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular, contribuye a las raíces y a las plantas a desarrollarse rápidamente, incrementa la eficiencia del uso de agua, contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades.

**Potasio:** Rol importante en la activación enzimática, síntesis de proteínas y carbohidratos, balance de agua, favorece el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y calidad de los frutos.

**Azufre:** El elemento está presente pero no se encuentra en una forma asimilable directamente por las plantas, forma parte constituyente de aminoácidos, interviene en los mecanismos de óxido-reducción de las células, actúa sobre el contenido de azúcar de los frutos.

**Calcio:** Estimula el desarrollo de las raíces y plantas, ayuda a reducir el nitrato ( $\text{NO}_3$ ) en las plantas. Ayuda a neutralizar los ácidos orgánicos en la planta. Es requerido en grandes cantidades por bacterias fijadoras de Nitrógeno.

### **Micronutrientes**

Son aquellos elementos que se requieren en pequeñas cantidades. Su insuficiencia da lugar a una carencia, y su exceso a una toxicidad, estos elementos son: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Cloro (Cl). (Torres, 2006)

Micronutrientes y sus aportaciones y/o beneficios a la planta:

**Magnesio:** Ion manganeso  $\text{Mn}^{2+}$  en la solución del suelo. Es intercambiable y disponible para las plantas.

**Zinc:** Zinc soluble, presente en la disolución del suelo, Zinc intercambiable, adsorbido por los coloides.

**Cobre:** En la fase sólida del suelo se encuentra bajo forma cúprica, formando parte de las estructuras cristalinas de minerales Primarios y secundarios.

**Boro:** El Boro forma parte de algunos minerales y no se encuentra disponible para la planta, al menos, en corto plazo, el Boro se encuentra en la disolución del suelo como ácido Bórico, formando complejos con Ca.

**Cloro:** Aportaciones realizadas por las lluvias, aporte de las aguas de riego, presencia de fertilizantes y Plaguicidas.

### **7.9.2 Ciclos biogeoquímicos del suelo**

En el ecosistema el flujo de la energía es unidireccional. Sin embargo, muchos elementos químicos y sustancias inorgánicas, circulan por los distintos niveles tróficos y pasan por el biotopo reciclándose una y otra vez a través del sistema.

Estos movimientos de las sustancias inorgánicas constituyen lo que se denominan ciclos biológicos, en estos ciclos los componentes del biotopo (entorno geológico) son la atmósfera, la corteza sólida de la Tierra y los océanos, ríos y lagos. Los componentes biológicos incluyen a los productores, consumidores, descomponedores y transformadores.

La producción de materia viva y su funcionamiento requieren el concurso de ciertos elementos (N, C, P, S, O e H). Estos 6 elementos constituyen el 99% del peso de las células vivas, pero la biosfera no puede disponer de ellos de forma ilimitada. Su relativa escasez en el planeta se compensa gracias a los ciclos

biogeoquímicos, que posibilitan la migración, la circulación y el reciclado de estos bioelementos desde el medio físico al cuerpo de los organismos y nuevamente al medio. Mediante los ciclos biogeoquímicos se asegura la continuidad de la vida en el planeta. (Aranda, 2007)

Los ciclos biogeoquímicos describen el movimiento y la conversión de materiales por actividades bioquímicas mediante los cuales los elementos circulan por vías características entre la parte biótica y abiótica de la ecosfera. Los ciclos biogeoquímicos incluyen transformaciones físicas: disolución, precipitación, volatilización, fijación y transformaciones químicas: biosíntesis, biodegradación, Biotransformaciones oxido-reductoras. (Pardo, 2006).

### **7.9.2.1. Ciclo del nitrógeno**

El ciclo del nitrógeno al igual que los demás ciclos biogeoquímicos, tiene una trayectoria definida, pero quizá aún más complicada que los demás, dado que tiene que seguir una serie de procesos físicos, químicos y biológicos. Así, el nitrógeno está considerado como el elemento más abundante en la atmósfera. Sin embargo, dada su estabilidad, es muy difícil que reaccione con otros elementos y, por tanto, se tiene un bajo aprovechamiento, razón por la cual, su abundancia pasa a segundo término.

A pesar de esto, gracias al proceso biológico de algunas bacterias y cianobacterias, el nitrógeno que se encuentra en la atmósfera puede ser asimilable, al “romper” la unión de sus enlaces por medios enzimáticos y así poder producir compuestos nitrogenados, que pueden ser aprovechados por la mayoría de los seres vivos, en especial las plantas, que forman relaciones simbióticas con este tipo de bacterias. Las plantas pueden absorber el nitrógeno como sales de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o sales amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).

El nitrógeno se encuentra en varias formas, y se llevan a cabo en él, una serie de procesos químicos en los que el nitrógeno es tomado del aire y es modificado para finalmente ser devuelto a la atmósfera. El nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) es el elemento que se encuentra en forma libre (estado gaseoso) y en mayor abundancia en la atmósfera (78%). Se coloca entre los principales elementos biogeoquímicos; sin embargo, es tan estable, que apenas se combina con otros elementos y, por tanto, es difícil que los organismos lo asimilen, ya que primero necesitan desdoblarlo y emplearlo en la síntesis de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN) y otras moléculas fundamentales para su metabolismo. (Torres, 2006).

A pesar de que la mayor parte del nitrógeno se encuentra en la atmósfera, la reserva realmente activa de este elemento se encuentra en el suelo, ya que aquí van a parar los desechos orgánicos de los organismos vivos y los restos de éstos. Y es así, como las bacterias fijadoras de nitrógeno concluyen el proceso de descomposición de estos materiales, convirtiendo el nitrógeno orgánico en inorgánico (nitratos). Los nitratos son la única forma en la cual las plantas pueden absorber este elemento para poder sintetizar sus propias proteínas, por medio de la fotosíntesis.

### **Fases del ciclo:**

**1. Fijación.** La fijación biológica del nitrógeno consiste en la incorporación del nitrógeno atmosférico, a las plantas, gracias a algunos microorganismos, principalmente bacterias y cianobacterias que se encuentran presentes en el suelo y en ambientes acuáticos. Esta fijación se da por medio de la conversión de nitrógeno gaseoso ( $N_2$ ) en amoníaco ( $NH_3$ ) o nitratos ( $NO_3^-$ ).

**2. Nitrificación o mineralización.** Solamente existen dos formas de nitrógeno que son asimilables por las plantas, el nitrato ( $NO_3^-$ ) y el amonio ( $NH_4^+$ ). Las raíces pueden absorber ambas formas, aunque pocas especies prefieren absorber nitratos que amoníaco. El amonio es convertido a nitrato gracias a los microorganismos por medio de la nitrificación. La modificación de  $NH_4^+$  a  $NO_3^-$  depende de la temperatura del suelo. La transformación, es decir, la conversión se da más rápida cuando la temperatura está arriba de los  $10^\circ C$  y el pH está entre los 5.5-6.5; asimismo, este proceso se ve completado entre dos a cuatro semanas.

**3. Asimilación.** La asimilación ocurre cuando las plantas absorben a través de sus raíces, nitrato ( $NO_3^-$ ) o amoníaco ( $NH_3$ ), elementos formados por la fijación de nitrógeno o por la nitrificación. Luego, estas moléculas son incorporadas tanto a las proteínas, como a los ácidos nucleicos de las plantas.

**4. Amonificación.** En este nuevo proceso de integración de nitrógeno al ciclo, las bacterias fijadoras llevan a cabo la digestión enzimática, por lo que el amonio se degrada a compuestos aminados, como proteosomas, peptonas y al final, en aminoácidos. Es por esta razón que el proceso se llama aminificación o aminización.

**5. Inmovilización.** Es el proceso contrario a la mineralización, por medio del cual las formas inorgánicas ( $NH_4^+$  y  $NO_3^-$ ) son convertidas a nitrógeno orgánico y, por tanto, no asimilables.

**6. Desnitrificación.** La reducción de los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) a nitrógeno gaseoso ( $\text{N}_2$ ), y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) para amoniaco ( $\text{NH}_3$ ), se llama desnitrificación, y es llevado a cabo por las bacterias desnitrificadoras que revierten la acción de las fijadoras de nitrógeno, regresando el nitrógeno a la atmósfera en forma gaseosa. Este proceso ocasiona una pérdida de nitrógeno para el ecosistema; ocurre donde existe un exceso de materia orgánica y las condiciones son anaerobias, además de que hay poca disponibilidad de agua y un alto pH, aunado a los escurrimientos de los fertilizantes al suelo.

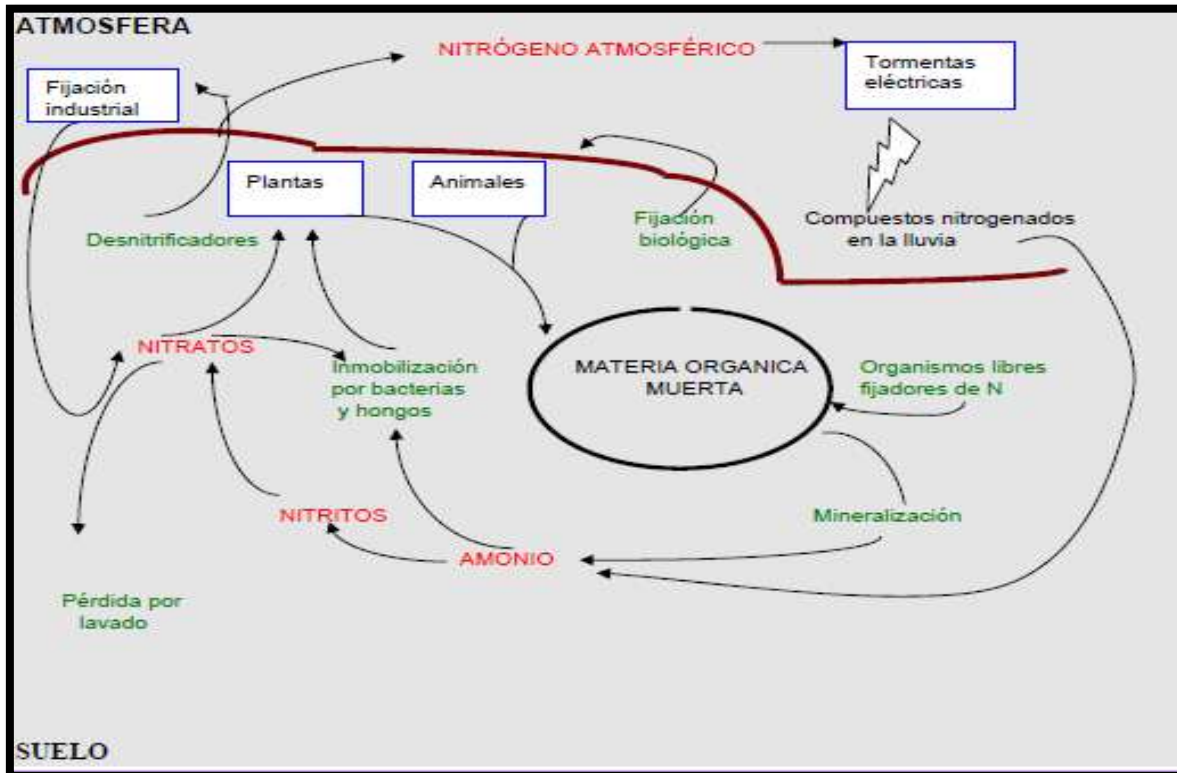


Figura 7. Ciclo biogeoquímico del nitrógeno. (Pereyra, 2001).

### **7.9.2.2. Ciclo del carbono**

Este ciclo describe los intercambios de carbono entre las cuatro reservas naturales de este elemento, que son: la atmósfera, los océanos, los sedimentos fósiles y la biosfera terrestre, de los cuales depende la regulación del clima en el planeta. El carbono es el cuarto elemento químico más abundante en el universo y forma parte de todas las moléculas orgánicas como la glucosa, las proteínas y los ácidos nucleicos. Este elemento se renueva en la atmósfera cada 20 años gracias a los mecanismos de respiración de las plantas y a la actividad de los microorganismos del suelo. Gracias a la clorofila contenida en las plantas verdes, éstas toman el CO<sub>2</sub> del aire durante la fotosíntesis y posteriormente liberan el oxígeno que lo reemplazará.

Existen dos tipos de carbono: el inorgánico y el orgánico.

#### **Carbono inorgánico**

Se forma cuando los organismos marinos emplean parte del CO<sub>2</sub> del agua para formar caparazones o arrecifes ricos en carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>). Al morir, estos residuos quedan depositados en el fondo oceánico formando rocas sedimentarias en las que el carbono queda excluido del ciclo durante millones de años. Este carbono vuelve al ciclo cuando las rocas quedan expuestas por movimientos geológicos (erupciones volcánicas) y se disuelven por el calor y los diferenciales de humedad.

#### **Carbono orgánico**

Es de intercambio rápido y está presente en todos los compuestos orgánicos, incluyendo el suelo. Existen cinco rutas naturales de transformación en las que los humanos tienen intervención directa.

1. De la atmósfera a las plantas, mediante la generación de azúcar por la fotosíntesis. Un solo árbol absorbe como promedio una tonelada de CO<sub>2</sub> del aire a lo largo de su vida.
2. De las plantas a los animales, mediante las cadenas alimenticias.
3. De los seres vivos a la atmósfera, mediante la respiración.
4. De las plantas y animales al suelo, donde al morir, son descompuestos e integrados en las moléculas de arcilla, limo o arenas mediante procesos como la humificación, la translocación o la mineralización.
5. De la atmósfera a los cuerpos de agua, mediante la disolución del carbono y de la transformación de CO<sub>2</sub> a carbonatos por los organismos marinos.

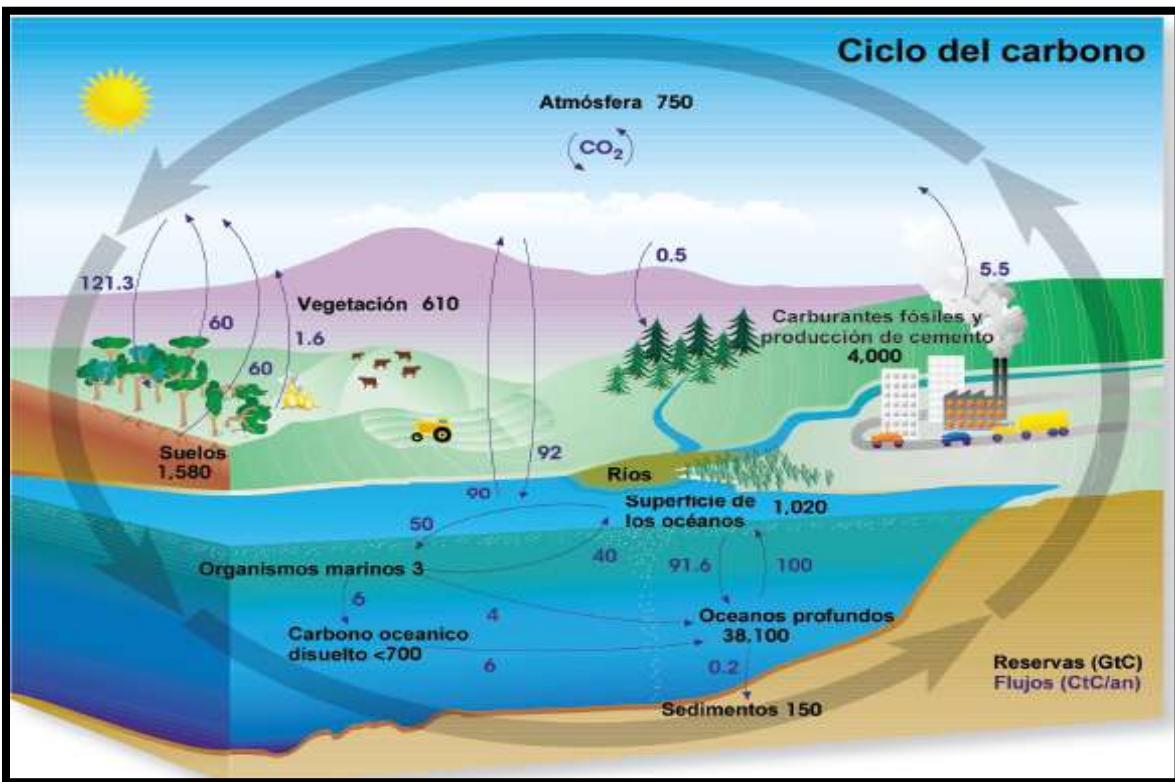


Figura 8. Ciclo biogeoquímico del carbono. (Pereyra, 2001).

### 7.9.2.3. Ciclo del fósforo

El fósforo, principalmente en forma de ciertos tipos de iones fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$  y  $\text{HPO}_4^{2-}$ ), es un nutriente esencial para vegetales y animales. Es una parte de las moléculas de DNA, que llevan la información genética; moléculas de ATP y ADP, que almacenan energía química para el uso de los organismos en la respiración celular; ciertas grasas de las membranas que envuelven las células animales y vegetales, y los huesos y dientes de los animales. En este ciclo, el fósforo se mueve lentamente desde los depósitos de fosfato en la tierra y los sedimentos de los mares someros a los organismos vivos, y luego de regreso a la tierra y al océano. Cabe mencionar que las bacterias son menos importantes en este ciclo que en el del nitrógeno.

El fósforo liberado por la degradación lenta o intemperismo de los depósitos de fosfato en las rocas, es disuelto en el agua del suelo y tomado por las raíces vegetales. La mayoría de los suelos contienen sólo cantidades pequeñas de fósforo porque los fosfatos son ligeramente solubles en agua y se encuentran en pocas clases de rocas. Por tanto, el fósforo es el factor limitante para el crecimiento de plantas en muchos suelos y ecosistemas acuáticos.

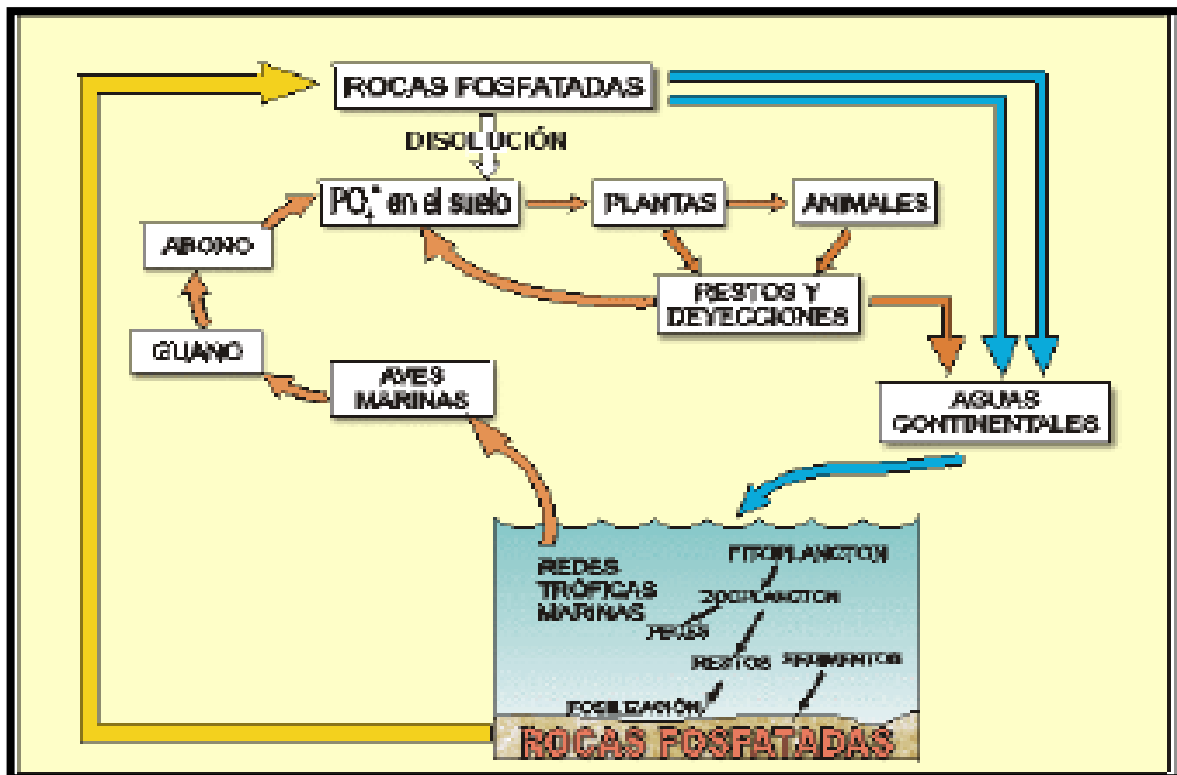


Figura 9. Ciclo biogeoquímico del fósforo. (Llanos, 2007).

Algo de fósforo es devuelto a la tierra como guano rico en fosfato producido por aves comedoras de peces, como los pelícanos, plangas y cormoranes. Aunque este retorno es pequeño, comparado con las cantidades mucho más grandes del fosfato transferido de la tierra a los mares cada año por los procesos naturales y las actividades humanas.

### Intervención del hombre en el ciclo

Finalmente cabe mencionar que los humanos intervienen en el ciclo del fósforo de dos maneras:

- Extrayendo por minería grandes cantidades de rocas que contienen fosfatos para producir fertilizantes inorgánicos comerciales y compuestos detergentes.
- Añadiendo exceso de iones fosfato a los ecosistemas acuáticos; en el escurrimiento de desechos animales desde terrenos donde se alimenta ganado, el de fertilizantes fosfatados comerciales desde las tierras de cultivo, y la descarga de aguas negras municipales tratadas o no. Como con los iones nitrato y amonio, un suministro excesivo de este nutriente causa un crecimiento explosivo de cianobacterias, algas y diversas plantas acuáticas que alteran la vida de los ecosistemas acuáticos. (Llanos, 2007).



#### 7.9.2.4 Ciclo del azufre

El azufre se transforma en diversos compuestos y circula a través de la biosfera en el ciclo del azufre, principalmente sedimentario. Entra en la atmósfera desde fuentes naturales como:

- Sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), gas incoloro y altamente venenoso, con olor a huevo podrido, desde volcanes activos y la descomposición de la materia orgánica en pantanos, ciénegas y llanuras cubiertas por las mareas.
- Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), gas incoloro y sofocante proveniente de volcanes activos.
- Partículas de sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), como el sulfato de amonio de la aspersión marina.

Cerca de un tercio de todos los compuestos de azufre y 99% del dióxido de azufre que llegan a la atmósfera desde todas las fuentes, provienen de las actividades humanas. La combustión de carbono y petróleo que contienen azufre, destinada a producir energía eléctrica, representa cerca de dos tercios de la emisión de dióxido de azufre a la atmósfera. El tercio restante proviene de procesos industriales como la refinería del petróleo y la conversión (por fundición) de compuestos azufrosos de minerales metálicos en metales libres como el cobre, plomo y zinc.

En la atmósfera, el dióxido de azufre interactúa con el oxígeno para producir trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ), el cual reacciona con vapor de agua para producir minúsculas gotas de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). También reacciona con otras sustancias químicas de la atmósfera para originar partículas pequeñas de sulfatos; estas gotitas de ácido sulfúrico y partículas de sulfato caen a la tierra como componentes de lluvia ácida, que daña los árboles y la vida en general.

En aguas naturales las fuentes de compuestos de azufre son las rocas (meteorización), suelos (descomposición de la materia orgánica y fertilizantes), el transporte atmosférico como precipitación y depositación seca (que incluye sales del mar, gases y ácido sulfúrico de los combustibles fósiles). En los organismos la cantidad de azufre varía desde 0.02 a 5% en algunas bacterias que oxidan azufre, pero en general constituye el 0.25% de peso seco, semejante al fósforo. El azufre está casi siempre presente en las cantidades adecuadas para cubrir los requerimientos para la síntesis de proteínas, la cual es limitada por lo regular por la disponibilidad de nitrógeno. La fracción que usan los organismos no tiene una

influencia significativa sobre el ciclo de azufre, ellos crean condiciones que directa o indirectamente influyen en el ciclo. (Llanos, 2007).

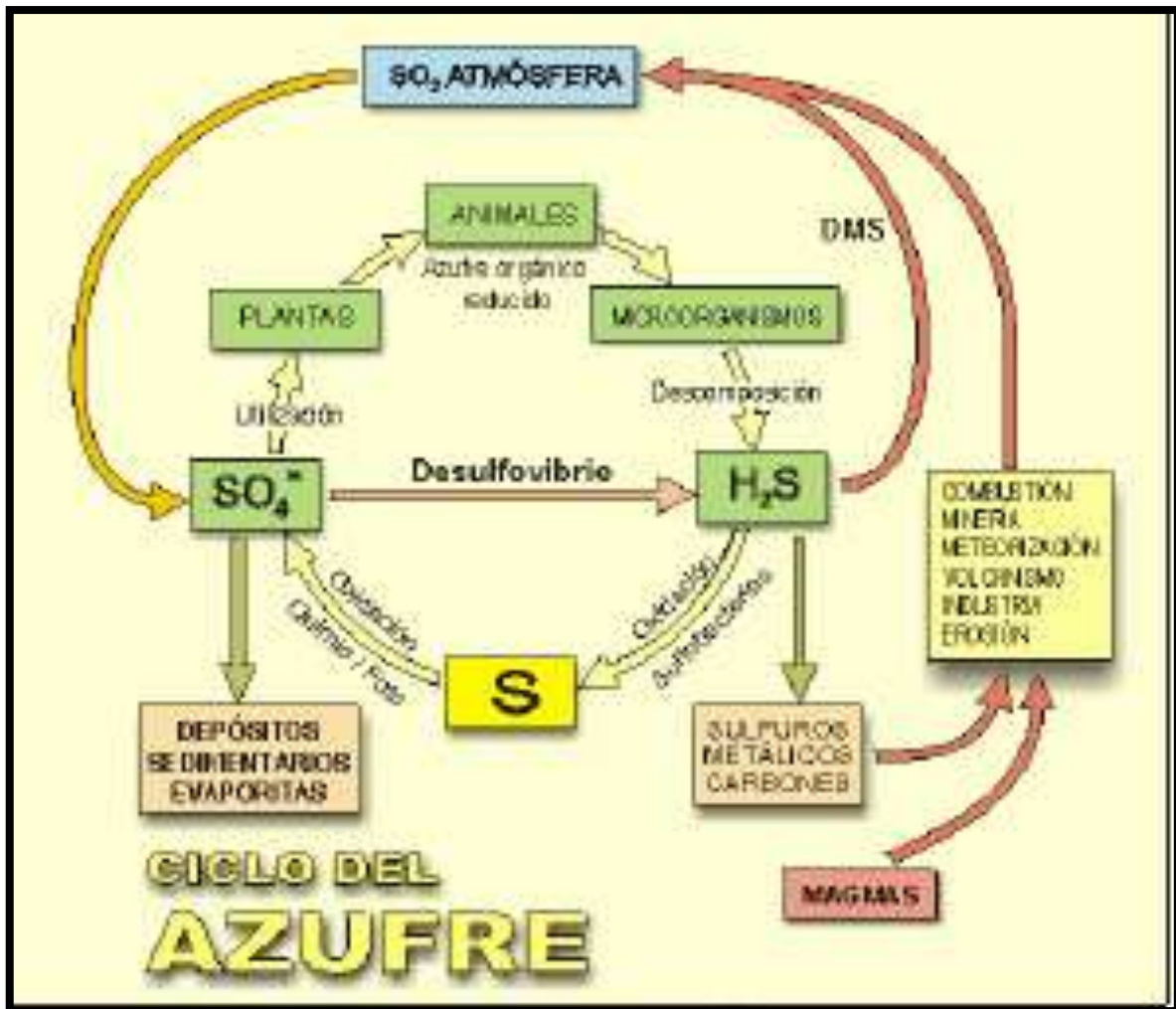


Figura 10. Ciclo biogeoquímico del azufre. (Llanos, 2007).

## **7.10 Características de la comunidad el Duraznal**

Esta comunidad El Duraznal, pertenece al municipio de San Cristóbal de las Casas, lo cual colinda con algunos municipios al Norte como Chamula y Tenejapa, al Este con Huixtán, al Sur con Teopisca, al Suroeste con Totolapa, Chiapilla y San Lucas y al Oeste con Zinacantán, la hidrografía que tiene esta comunidad, son las corrientes de aguas superficiales perenne, como el río Amarillo y Fogotico, los arroyos Chamula, la calzada y las corrientes intermitentes son los arroyos San Felipe, San Antonio y Huitepec, el clima que predomina es frío sub – húmedo.

Es una de las localidades más importantes a nivel de producción de frutas y hortalizas, en el municipio de San Cristóbal de las Casas, esta comunidad exporta su producto a nivel local y externo como la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Es un lugar que a pesar de sus costumbres y experiencias y a la falta de conocimiento técnico, generan buena producción de cosecha de sus cultivos.

El duraznal se encuentra ubicado en una región en donde la vegetación es abundante, cuenta con una altura importante para algunos cultivos, como el durazno, fresa y granadilla. Una de las características principales de esta comunidad es la unión de las personas para resolver cualquier conflicto y/o amenaza.

### **7.10.1 Antecedentes étnicos de la comunidad el Duraznal**

La comunidad el Duraznal es una sociedad frutícola productora de Durazno. Diagnóstico de la Sociedad de Producción Rural El Duraznal de R.I., San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. En 1984, compraron 50 hectáreas en esta área ubicada en la parte sur del municipio de San Cristóbal de Las Casas. En 1987 se empezó a trabajar con hortalizas los terrenos y para 1988 se escrituró como propiedad. Posteriormente, se iniciaron trabajos para introducir el agua para riego desde San Cristóbal, mediante un canal de 4.5 kilómetros proveniente del túnel con aguas negras.

Se calcula que en la zona hay unas 2 mil hectáreas produciendo en 24 comunidades. Al inicio en la zona se producía prácticamente pura hortaliza; la misma que sembraban en Chamula. Trabajaron hortalizas por espacio de 15 años y no había frutales en ese tiempo. De este modo, hubo una temporada allá por 1998 en que, con el apoyo del gobierno a través de la Secretaría de Desarrollo Rural (SDR), se le dio importancia a la papa, cultivo en la actualidad es base de económica para algunas familias.

Después un grupo originario de Zinacantán se fue especializando en la floricultura y la gente nativa de aquí fue tomando confianza, fueron viendo, aprendiendo y cambiando. Para el año 2000 muchos quedaron endeudados con el banco por la baja de precio de la flor, papa y otros cultivos. A partir de esta circunstancia se acercó a la zona el despacho del Ing. Rodrigo Hess a través de la Fundación mexicana para el desarrollo rural con quien se buscó identificar otras opciones productivas. También participó Inés Arredondo quien era técnico en fruticultura en la región de la SDR. Con el apoyo de ambos, en marzo de 2011, la familia Díaz Gómez establece la primera plantación de durazno de la variedad “diamante”, con lo cual se dio inicio al desarrollo de la microempresa familiar. El tamaño de la huerta propiedad de la familia es un polígono de 15 hectáreas en el que se encuentran sembrados más de 10 mil árboles, dividida en nueve bloques de diferentes dimensiones.

En la comunidad se manejan tres variedades que son: diamante, Oro Azteca y Jacinto. La variedad diamante ocupa el 98% de la huerta. La cosecha dura alrededor de casi cuatro meses, del 20 de enero al 15 de mayo. Después los arboles entran en una fase de reposo. La floración comienza en octubre para empezar la cosecha de enero. El mayor nivel de floración es entre noviembre y diciembre. Antes de la floración hay que despuntar unos 20 cm lo verde del árbol para que esta se induzca. (Ballinas, 2008)

El artículo (Gonzales, 2004) dice que el durazno de la variedad Diamante, es un fruto de color totalmente amarillo intenso que en algunos lugares ha presentado pequeñas manchas rojas, de pulpa consistente adherida al hueso, lo que la hace bueno para el transporte de 90 a 100 días de floración a cosecha.

Los frutos son de medianos a pequeños, oscilando entre los 100 a 150 gramos. Aroma profundo y una concentración de grados brix que va de los 9 a los 12. La época de cosecha se presenta desde abril hasta junio. Tiene la ventaja de que puede producir bajo el sistema de producción forzada, adelantando la producción hasta tres meses, lo que indica que puede cosecharse desde el mes de febrero. Se estima un requerimiento de horas frío entre los 150 a 200 horas. Este requerimiento se puede obtener a alturas comprendidas entre los 1500 msnm en adelante.

### **7.10.2 Zona de estudio el Duraznal**

La comunidad de estudio, es la colonia El Duraznal, es una sociedad tzotzil que pertenece al municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, que se encuentra a unos 20 minutos de la ciudad. Dicha comunidad está formada por personas que fueron expulsadas de sus lugares de origen (Chamula y Zinacantán) por motivos religiosos. Los primeros pobladores llegaron al Duraznal en 1988, atraídos por la disponibilidad de tierras y de aguas residuales para el uso agrícola.

Esta localidad se encuentra dentro del municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Es una de las 21 comunidades tzotziles agrícolas que se han formado en torno al uso de las aguas residuales no tratadas que desecha la cabecera municipal. Está situada a 1.900 metros de altitud sobre el nivel del mar, sus coordenadas geográficas son longitud: 16° 40' 40'', latitud:-92° 41' 20''.

En la figura (11,12 y 13) se muestran las ubicaciones específicas de la zona de estudio, comenzando por el municipio de San Cristóbal de las Casas y sus municipios con quien colinda, seguido de la ubicación de la comunidad el Duraznal y por ultimo una foto de la comunidad antes mencionada.

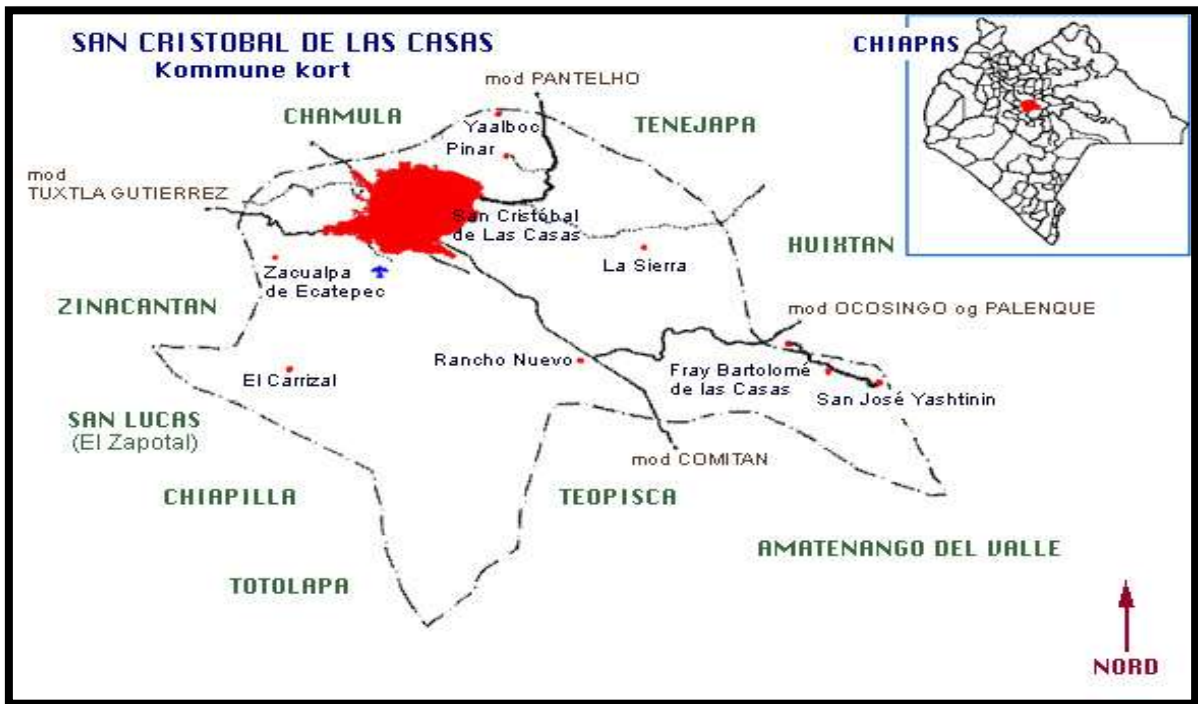


Figura 11. Ubicación geográfica del municipio de San Cristóbal de las Casas, y sus municipios vecinos con quien colinda.



Figura 12. Ubicación geográfica de la comunidad el Duraznal, ubicado en el municipio de San Cristóbal de las Casas. Flecha roja indica la comunidad.



Figura 13. Vista de la comunidad el Duraznal, municipio de San Cristóbal de las Casas.

### **7.10.3 Descripción de las actividades agrícolas**

La comunidad el Duraznal es predominantemente tzotzil y basa su producción en actividades agropecuarias y forestales, cría de pequeños hatos de ovinos y está dentro de las comunidades que son municipio de San Cristóbal de las casas, se dedican de lleno a la agricultura, utilizando las aguas residuales como riego a sus cultivos, de todos los productores que hay en la comunidad, el Duraznal consta con 42 hectáreas.

Esta comunidad se ha caracterizado por su dedicación a la agricultura, cada temporada de cosecha sacan toneladas de sus cultivos, esta localidad se ha hecho importante por colaborar en un porcentaje alto a la aportación de frutas y hortalizas a la ciudad de San Cristóbal de las casas y otras regiones, los ingresos de cada productor son debido a la venta de sus cultivos.

Se ha caracterizado también por la siembra de diferentes frutas y hortalizas, las que destacan como son: el durazno de la variedad diamante, la fresa, la granadilla, entre las hortalizas que destacan son: la papa, el repollo, maíz, calabaza entre otros como el frijol.

El agua que se usa para regar la huerta de duraznos y otros cultivos proviene de San Cristóbal. Son aguas negras que llegan por gravedad a las huertas la cual se distribuye mediante un sistema de canales y mangueras. Para su mejor utilización disponen de un pozo de almacenamiento de estas aguas, donde se distribuye a los huertos tanto de durazno como de granadilla y de otros cultivos. Esta agua, los



productores de durazno tiene como meta sanearla, ofrecer al consumidor un producto contaminado no es sano ni ético.

#### **7.10.4 Características de los suelos y vegetación en la comunidad el Duraznal**

La vegetación predominante es bosque de pino y enano en mosaicos alternados con grandes extensiones de vegetación secundaria y pastizales, producto de la perturbación periódica de la vegetación en la actividad agropecuaria y forestal. (Ballinas, 2008)

El campesino tzotzil de esta comunidad identifica la agrupación de su paisaje bajo denominación en su lengua materna, a los diferentes tipos de suelos:

**Regosoles:** se caracteriza por no tener capas distintas, son claros, y se parecen a las rocas que les dio origen, se presenta en muy diferentes climas y su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en que se encuentre.

**Cambisoles:** Es un suelo joven, poco desarrollado de cualquier clima menos zonas áridas, tiene unas capas con terrones que presenta un cambio con respecto al tipo de roca subyacente, con alguna acumulación de arcilla, calcio, etc.; moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

**Acrisoles:** tienen una acumulación de arcilla en el subsuelo, es ácido y muy pobre de nutrimentos, de zonas tropicales a templadas muy lluviosas y susceptibles a la erosión, entre otros como las rendzinas, luvisoles y los litosoles. (Ballinas, 2008)

La clasificación tzotzil de suelos y colores en la comunidad, está compuesta de dos vocablos que se refieren a las características calificativas de textura y color sobre el sustantivo suelo (lum).

En calificativo que señala el atributo más importante, es la textura, siguiéndole en importancia el de color.

En el siguiente cuadro No. 6 el primer vocablo señala el color del suelo, el segundo indica la pertenencia del suelo a una de las agrupaciones de textura y el tercero se refiere al suelo.



Cuadro 6. Los diferentes tipos de suelo en la clasificación Tzotzil. Altos de Chiapas.

Color		Textura	
	chablum (pesada)	C'Unlum (media)	Yi'allum (ligera)
Ic' (negro)	Ic' Alchablum	Ic' Alc'unlum	
C'an (amarillo)	C' Analchablum	C' Analc' Unlum	
Tsajal (rojo)	Tsajalchablum	Tsajalc'Unlum	
Sacxich (gris)		Sacxichlum	
Sac (blanco)			saclum

El color de los suelos, en términos generales, el campesino los relaciona con el grado de fertilidad que presentan. En esta relación suelo- fertilidad, el orden decreciente de fertilidad es de ic' (negro) a C'an (amarillo) y Tsajal (rojo). En C'unlum los vocablos utilizados para designar el color se refieren a la capa negra superficial del suelo y va asociado al nivel de erosión, está el campesino la describe así "El grado en que se va perdiendo la capa negra superficial del suelo por el arrastre de la corriente de la lluvia" (Novelo et al, 1991)

El uso general de los suelos de esta comunidad, es dedicada a la fruticultura, floricultura y a la siembra de hortalizas, y a la gran parte de bosques, las tierras son aprovechadas al máximo, lo cual esta comunidad se caracteriza por la siembra intercalada.

## **VIII. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

### **8.1. Ubicación del sitio experimental**

Las muestras de suelo para realizar las diferentes determinaciones fisicoquímicas fueron colectadas en la comunidad El Duraznal, perteneciente al municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. Ubicación geográfica de esta comunidad es 92° 41' 20" LN y 16° 40' 40" LO, y se encuentra a una altitud de 1.900 msnm. En este lugar prevalece un clima templado con lluvias en verano (Cf) (Köppen modificado por García, 1968), donde se registra una temperatura media anual de 12.2 °C y una precipitación pluvial de 520 -1300mm aprox. La vegetación es de tipo bosque de pino-encino y los suelos son de color oscuro, poco profundo, de naturaleza acida y buen drenaje y de acuerdo a la clasificación de la FAO este tipo de suelo corresponde a un Vertisol. Un Vertisol es aquel suelo, generalmente negros, en donde hay un alto contenido de arcilla expansiva. Las expansiones y contracciones alternativas causan auto-mulching, donde el material del suelo se mezcla consistentemente entre sí, causando vertisoles con un horizonte A extremadamente profundo y sin horizonte B. (Un suelo sin horizonte B se denomina suelo A/C soil). Esto también produce en ascenso de material interno a la superficie creando micro relieves conocidos como gilgai, son típicamente rocas sus suelos. (Ibañes, 2011).

Las determinaciones de los diferentes parámetros físicos y químicos fueron realizadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas, del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), ubicado en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

### **8.2. Colecta y muestreo de suelos en parcelas demostrativas**

Durante el mes de Noviembre del 2013, se llevó a cabo el muestreo del suelo en 3 parcelas donde se cultiva durazno, propiedad del Sr. Joaquín Anastasio Gómez López, de la comunidad Tzotzil El Duraznal. La superficie del terreno de cada parcela fue de 13,333 m<sup>2</sup>. En cada una de las parcelas se obtuvo un total de 10 submuestras de aprox. 1.0 Kg. usando el método en Zigzag (Figura 14) recomendado por (Orellana, 2006). Las submuestras fueron mezcladas y se obtuvo una muestra representativa de 1 Kg. que se empleó para los diferentes análisis.

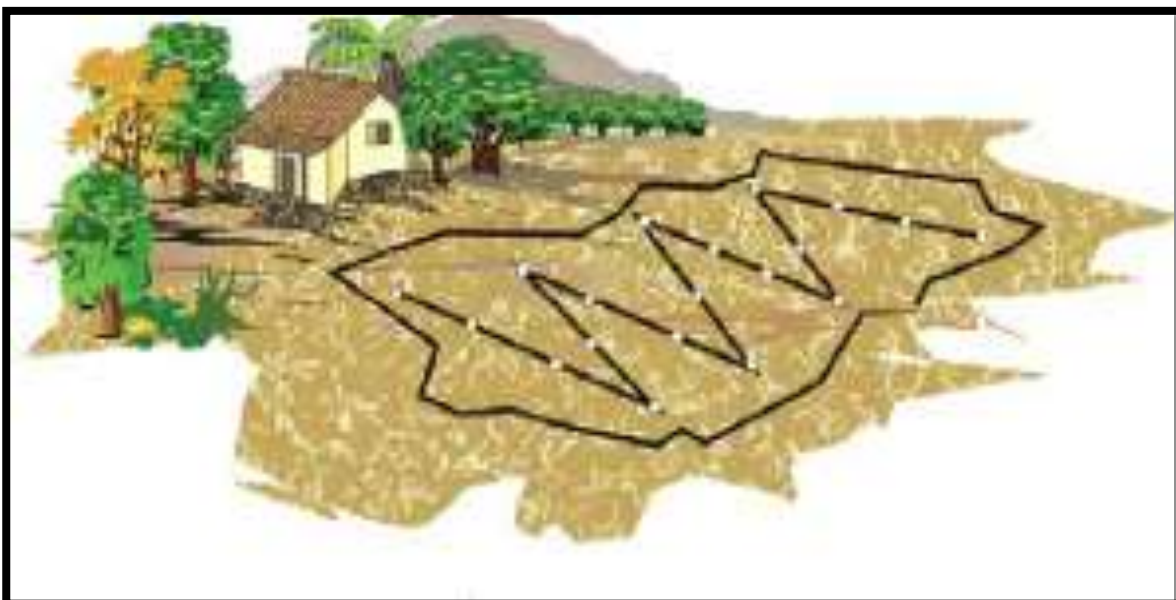


Figura 14. Método de zigzag recomendado por (Orellana, 2006).



Figura 15. Colecta y muestreo de suelos en la parcela demostrativa del cultivo de durazno en la comunidad del Duraznal.

Durante la colecta de las muestras se tomó en cuenta el área de goteo de la planta (Figura 15), que es recomendado por (Brady, 2005), para la colecta de este tipo de muestra. Se utilizó barrenadores y palas especiales y se obtuvo muestras a una profundidad de 20 cm. Las muestras fueron colectadas en bolsas de plástico, etiquetadas y conservadas a temperatura ambiente hasta su estudio.

### **8.3. Encuestas técnicas con productores**

Con la finalidad de conocer la situación actual que guarda el cultivo de durazno en la comunidad del Duraznal se decidió realizar una encuesta técnica a los productores. Algunos de las preguntas más relevantes fueron:

- 1.- Nombre del productor.
- 2.- Numero de parcelas en donde cultiva durazno.
- 3.- Superficie de las parcelas.
- 4.- Variedad de durazno que cultiva.
- 5.- Época en que cultiva.
- 6.- Tipo de fertilizantes.
- 7.- Que tipo de enfermedades y/o plagas se presentan en el cultivo. Como combate estas plagas.
- 8.- Si emplea riego.
- 9.- Cual es la producción de durazno por parcela.
10. Si recibe asesoría técnica para mejoramiento del cultivo.

Los datos obtenidos de las encuestas fueron analizados por el equipo técnico para determinar los apoyos y asesoría a los productores.

### **8.4. Determinación de parámetros físicos y químicos del suelo**

#### **8.4.1. Parámetros físicos**

Todas las determinaciones físico y químicas que se realizaron a las muestras de suelo fueron acorde a lo indicado por Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio muestreo y análisis.

##### **8.4.1.1. Textura (procedimiento de Bouyoucos)**

La textura del suelo se define como la proporción relativa de grupos dimensionales de partículas. Proporciona una idea general de las propiedades físicas del suelo. Su determinación es rápida y aproximada.

#### **Metodología:**

- 1.- Se pesó 50 gramos de suelo, y se colocó en un vaso de aluminio de 500 ml, después se agregó 25 ml de hexametáfosfato y se aforó con agua.

2.- después se llevó los vasos a una agitadora mecánica (Olsen, USA) durante 15 min, pasado ese tiempo se vació el contenido de los vasos a probetas de 1000 ml cuidando que no quede residuo en los vasos, y se aforó las probetas.

3.- se agitó vigorosamente durante un breve tiempo hasta obtener una espuma superior a la probeta que es regulada con alícuotas de alcohol etílico, después se leyó con el hidrómetro (primera lectura), pasado 2 horas la segunda lectura.

#### **8.4.1.2. Densidad real**

Los datos de la densidad del suelo son correspondientes a la masa volumen. Esta determinación se realizó para conocer los kilogramos de suelo que hay proporcionalmente en una hectárea, a una determinada profundidad de colecta. Para este nuestro caso, se utilizó una probeta graduada de 10 ml, a la cual previamente se le registro su peso ( $W_i$ ) y después se le fue agregando paulatinamente suelo hasta llegar a la marca del volumen correspondiente y en este momento se registró el peso final ( $W_f$ ). La densidad fue determinada mediante la fórmula siguiente:

$$\text{densidad (ps)} = \frac{m}{v}$$

#### **8.4.1.3. pH (relación 1:2 con H<sub>2</sub>O)**

Método electrométrico para la determinación del pH en muestras de suelo en una solución de agua pura. La evaluación electrométrica del pH se basa en la determinación de la actividad del ion H mediante el uso de un electrodo cuya membrana es sensitiva al H. El pH es una de las mediciones más comunes e importantes en los análisis químicos rutinarios de suelo, ya que controla reacciones químicas y biológicas del suelo. La determinación del pH es afectada por varios factores tales como: el tipo y cantidad de constituyentes orgánicos e inorgánicos que contribuyen a la acidez del suelo, la concentración de sales en la solución, la relación suelo: solución, la presión parcial de bióxido de carbono y el efecto de la suspensión asociado con el potencial de unión. (NOM-021-RECMAT-2000).

#### **Metodología**

1.- se pesó 10 g de suelo en un frasco de vidrio y/o plástico de boca ancha.

2.- después se adicionó 20 ml de agua destilada al frasco conteniendo el suelo.

3.- con una varilla de vidrio, se agitó manualmente la mezcla de suelo: agua a intervalos de 5 minutos, durante 30 min.

4.- se dejó reposar durante 15 min.

5.- se calibro el medidor de pH con las soluciones reguladoras pH 4.00, 7.00 y 10.00 según el suelo, enjuagando con agua destilada los electrodos antes de iniciar las lecturas de las muestras.

6.- se agito nuevamente la suspensión y se introdujo el electrodo en la suspensión.

7.- se registró el pH al momento en que la lectura se estabilizo.

#### **8.4.1.4. Conductividad eléctrica (CE) (relación 1:5 con H<sub>2</sub>O)**

La conductividad eléctrica es la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica, que generalmente se expresa en mmhos/cm y/o dS/m. La determinación de la conductividad eléctrica es por lo tanto una forma indirecta de medir la salinidad del agua o extractos de suelo.

#### **Metodología**

1.- para esta prueba se pesó 10 gramos de muestra de suelo.

2.- se colocó las muestras pesadas a tubos de plásticos y se llenó con 50 ml de agua destilada.

3.- seguido, se colocó tapones a los tubos y se llevó a un enrejado, para después colocarlo a un agitador.

4.- se agito las muestras por 30 minutos a 180 rpm.

5.- pasado la agitación, se sacaron los tubos, se quitaron los tapones y se dejó reposar por 2 horas para que sedimentara la muestra.

6.- pasado el reposo de 2 horas, se transfirió las muestras a tubos limpios tratando de que pase la muestra líquida y evitando que no pase el sedimentado de suelo.

7.-se calibró el conductímetro con una muestra patrón de calibración, dependiendo la temperatura de la muestra, se calibró dicho equipo.

8.- ya calibrado el equipo se empezó a tomar la conductividad de cada muestra, tratando de que el anillo que trae el electrodo ocupe toda la muestra.

#### **8.4.1.5. Capacidad de intercambio catiónico (CIC) (método con acetato de amonio 1N pH: 7)**

Método para la determinación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y bases intercambiables ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+}$  y  $\text{K}^{+}$ ) de los suelos, empleando acetato de amonio 1N, pH 7.0, como solución saturante. El método para la determinación consiste en la saturación de la superficie de intercambio con un catión índice, el ion amonio; lavado del exceso de saturante con alcohol; desplazamiento del catión índice con potasio y determinación del amonio mediante destilación. El amonio se emplea como catión índice debido a su fácil determinación, poca presencia en los suelos y porque no precipita al entrar en contacto con el suelo. La concentración normal que se usa asegura una completa saturación de la superficie de intercambio y como esta amortiguada a pH 7.0, se logra mantener un cierto valor de pH. El lavado con alcohol pretende desplazar el exceso de saturante y minimizar la pérdida de amonio adsorbido. (NOM-021-RECMAT-2000).

#### **Metodología**

- 1.- se pesó 2.5 g de muestra de suelo.
- 2.- seguido, se llevó la muestra previamente pesada a tubos de centrifugación, donde posteriormente se le agregó 50 ml de solución de acetato de amonio.
- 3.- se tapó y se agitó en posición horizontal por 30 min a 180 rpm.
- 4.- después del agitado, la solución de los tubos se pasaron previamente a filtrarlos con papel whatman a unos frascos de plástico.
- 5.- ya filtrado todas las muestras, se colocaron a nuevos frascos, colocando el mismo papel que sirvió para filtrar el acetato de amonio, pero ahora se fue lavando con 50 ml de alcohol, lo cual se fue agregando en alícuotas de 10 ml.
- 6.- ya filtrado y lavado con alcohol, se colocaron nuevos frascos, y se utilizó el mismo papel con el cual se filtró el alcohol, pero ahora se le colocó 50 ml de cloruro de sodio al 10% en alícuotas de 10 ml.
- 7.- ya que filtro esta solución, se determinó el amonio a partir de una alícuota de 20 ml de la muestra, 21 ml de NaOH y 30 ml de agua destilada, la cual se transfirió a un matraz, y se tituló con HCL al 0.01 N.

## **8.4.2. Parámetros químicos**

### **8.4.2.1. Materia orgánica (MO) (método de Walkley y Black)**

La determinación de materia orgánica del suelo se evalúa a través del contenido de carbono orgánico con el método de Walkley y Black. Este método se basa en la oxidación del carbono orgánico del suelo por medio de una disolución de bicromato de potasio y el calor de reacción que se genera al mezclarla con ácido sulfúrico concentrado. Después de un cierto tiempo de espera la mezcla se diluye, se adiciona ácido fosfórico para evitar interferencias de  $Fe^{+3}$  y el bicromato de potasio residual es valorado con sulfato ferroso. Con este procedimiento se detecta entre un 70 y 84% del carbón orgánico total. (NOM-021-RECMAT-2000)

#### **Metodología**

- 1.- se pesaron 0.5 g de suelo seco lo cual fue pasado por un tamiz de 0.5 mm y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Se procesó también un blanco con reactivos por duplicado.
- 2.- se adicionó exactamente a los matraces 10 ml de bicromato de potasio a 1 N girando el matraz cuidadosamente para que entrara en contacto con todo el suelo.
- 3.- se agregó cuidadosamente con una bureta 20 ml de  $H_2SO_4$  concentrado a la suspensión, girando nuevamente el matraz y se agitó de esa forma durante un minuto.
- 4.- luego se dejó reposar durante 30 minutos sobre una lámina de asbesto o sobre mesa de madera, se evitó aquellas mesas de acero o cemento.
- 5.- seguido, se añadió 200 ml de agua destilada
- 6.- posterior, se añade 5 ml de  $H_3PO_4$  concentrado.
- 7.- se adicionó también de 5 a 10 gotas del indicador difenilamina
- 8.- se tituló con la disolución de sulfato ferroso gota a gota hasta un punto final verde claro.



#### 8.4.2.2. Nitrógeno total (NT) (método semi- microkjendhal)

El nitrógeno total se determina frecuentemente en los análisis de rutina, sin embargo, es escasa su utilidad como indicador de la disponibilidad del nitrógeno en el suelo para las plantas, debido a que la mayor parte del nitrógeno se encuentra en forma orgánica con muy bajas tasas de mineralización.

La determinación de nitrógeno total por este método involucra dos pasos:

- a) digestión de la muestra para convertir el nitrógeno  $\text{NH}^{+4}$
- b) la determinación de  $\text{NH}^{+4}$  en el digestado.

La digestión de la muestra es desarrollada por calentamiento de la misma con ácido sulfúrico concentrado y sustancias como el  $\text{K}_2\text{SO}_4$  que promueven la oxidación de la materia orgánica y la conversión del nitrógeno orgánico a amonio por incremento de la temperatura de digestión y también emplea catalizadores como el Cu y Se, que aumentan la velocidad de oxidación de la materia orgánica por el ácido sulfúrico. (NOM-021-RECMAT-2000)

#### Metodología

- 1.- se colocó una muestra de 1 g de suelo, esta muestra paso previamente a una malla de 60 mm, la muestra se llevó a tubos micro-kjeldahl, que contenga aproximadamente 1 mg de N seco
- 2.- a los tubos se adiciono 1.1 g de mezcla de catalizadores de  $\text{K}_2\text{SO}_3$ , 3 ml de ácido sulfúrico concentrado, posteriormente se calienta en la unidad digestora a temperatura media alta (250 °C) hasta que el digestado se tornó claro.
- 3.- se ebulló la muestra por 1 hora a partir del momento en que se tornó claro. La temperatura en esta fase se reguló de modo que los vapores del ácido sulfúrico se condensaran en el tercio inferior del cuello del tubo de digestión.
- 4.- una vez que se completó esta fase, se dejó enfriar el frasco y se agregó suficiente agua para colocar en suspensión, mediante agitación, el digestado (15 a 20 ml fue suficiente)
- 5.- después, se transfirió el contenido líquido a la cámara de destilación del aparato, lavando el matraz de digestión con pequeñas porciones de agua.
- 6.- se colocó el tubo de salida del aparato de digestión unos matraces Erlenmeyer de 125 ml conteniendo 10 ml de la solución de  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .

7.- posteriormente, se adiciono cuidadosamente 10 ml de NaOH a 10 N de modo que la sosa se depositara en el fondo de la cámara de destilación.

8.- se conectó el flujo de vapor y se inició la destilación. Se destilo hasta que el volumen alcanzara la marca de los 75 ml en el matraz Erlenmeyer

9.- luego, se determinó el nitrógeno amoniacal presente en el destilado titulando con el ácido sulfúrico 0.01 N. se usó una microbureta de 10 ml con graduaciones de 0.01 ml. El cambio de color de la mezcla de indicadores en el punto final de la titulación, fue de verde a rosado fuerte.

#### **8.4.2.3. Fósforo (P) Extractable (método de Olsen)**

Este método, es ampliamente utilizado en estudios de fertilidad de suelos para la determinación de fosforo tanto en suelos neutros como alcalinos. El fosforo determinado con este procedimiento ha mostrado una estrecha relación con la respuesta de los cultivos. El fosforo es extraído del suelo con una solución de  $\text{NaHCO}_3$  0.5 M ajustada a un pH 8.5. (NOM-021-RECMAT-2000)

#### **Metodología**

1.- para este elemento, se pesaron 2.5 g de suelo previamente tamizado por malla de 2 mm y se colocó en los tubos de polietileno.

2.- se adiciono 50 ml de la solución extractora ( $\text{NaHCO}_3$ ), y se llevó a un agitador de acción reciproca durante 30 min, a 180 rpm.

3.- ya agitado las muestras, se filtró a envases inmediatamente a través de papel filtro whatmam No. 42.

4.- se preparó blancos a partir de alícuotas de solución extractora y se adiciono todos los reactivos como en las muestras.

5.- de los envases filtrados, se tomó una alícuota de 5 ml (o 10 ml si la concentración de P es muy baja) de filtrado y se llevó a un matraz aforado de 50 ml.

6.- después, se agregó 5 ml de la solución reductora, se agito y aforo. Se leyó después de 30 min, en un espectro a una longitud de onda de 882 nm (también se leyó previamente la curva de calibración).

7.- se preparó una curva de calibración con patrones de 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y  $1.0 \text{ mg L}^{-1}$  de P.

8.- seguido, se pipeteo 0, 1, 2, 4, 6, 8, y 10 ml de una solución de  $5 \text{ mg L}^{-1}$  de P y se llevó a matraces aforados de 50 ml.

9.- se adiciono a los matracas una alícuota de 5 ml de solución extractante de  $\text{NaHCO}_3$  0.5 M.

10.- se llevó aproximadamente 40 ml con agua y se adiciono 5 ml de la solución reductora con ácido ascórbico, y se aforo.

11.- se agito nuevamente, y se leyó después de 30 min pero antes de una hora a 882 nm, posteriormente se leyó las muestras y los patrones al mismo tiempo de reacción, contando el tiempo desde que agrega el reactivo que genera el complejo hasta el momento de la lectura.

#### **8.4.2.4. Determinación Potasio (K), Sodio (Na) y Calcio (Ca), por extracto de saturación**

Método para determinar los cationes solubles (Ca, Mg, Na y K) en el extracto de saturación por medición en un aparato de absorción atómica (Ca y Mg) y en un espectrofotómetro de flama (Na y K). El calcio y el magnesio solubles son medidos por espectrofotometría de absorción atómica y el potasio y el sodio por espectrofotometría de emisión atómica en los extractos diluidos.

#### **Metodología**

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico cuando se hable de agua se debe entender agua desionizada o destilada. Las soluciones para este análisis deben almacenarse en recipientes de polietileno.

1. Solución de lantano acidificada. Pesar 7.742 g de  $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  en un matraz volumétrico de 250 ml. Añadir algo de agua y 17.5 ml de  $\text{HNO}_3$  concentrado, aforar con agua.
2. Solución estándar de  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  DE Ca. Pesar 2.497 g de  $\text{CaCO}_3$  en un vaso de precipitado de 250 ml, añadir aproximadamente 100 ml de agua, y 12.5 ml de  $\text{HCL}$  4M hervir para eliminar el  $\text{CO}_2$ . (si permanecen partículas de  $\text{CaCO}_3$  añadir 2 ml más de  $\text{HCL}$  4M). enfriar y transferir la solución a un matraz volumétrico de un litro y aforar con agua.
3. Solución estándar de  $100 \text{ mg L}^{-1}$ . Pesar 1.013 g de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$  en un matraz volumétrico de un litro y aforar con agua.
4. Solución estándar mezclada,  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca y  $10 \text{ mg L}^{-1}$  de Mg, tomar 10 ml de la solución estándar de  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca y 10 ml de la solución estándar de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de Mg en un matraz volumétrico de 100 ml y aforar con agua.
5. Solución diluida de lantano acidificada. Tomar 50 ml de la solución en un matraz volumétrico de 500 ml y aforar con agua.

6. Solución de cloruro de cesio acidificada. Disolver 11.12 g de CsCl y 250 g de  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  en aproximadamente 500 ml de agua en un matraz volumétrico de 1000 ml, añadir 20 ml de  $\text{HNO}_3$  2M y aforar con agua.
7. Solución estándar de  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  de K y  $400 \text{ mg L}^{-1}$  de Na. Disolver 1.9065 g de KCl y 1.0168 g NaCl en agua en un matraz volumétrico de 1000 ml y aforar con agua.
8. Solución estándar diluida de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de K y  $40 \text{ mg L}^{-1}$  de Na. Pipetear 25 ml de la solución estándar en un matraz volumétrico de 250 ml, aforar con agua.

#### **Determinación de Ca y Mg**

1. Series estándar. Pipetear 0, 2.0, 3.0 y 5.0 ml, respectivamente, de la solución estándar mezclada en seis matraces volumétricos de 100 ml y agregar 5.0 ml de tiourea 0.1 M y 9.5 ml de la solución diluida de lantano y aforar con agua. La concentración de las series estándar es de: 0,0.1, 0.2, 0.3, 0.4 y  $0.5 \text{ mg L}^{-1}$  de Mg y 0, 1, 2, 3, 4 y  $5 \text{ mg L}^{-1}$  de Ca.
2. Pipetear 2ml del extracto de saturación en un tubo de ensaye, añadir 2 ml de la solución de lantano y homogenizar.
3. Medir el Ca y el Mg en el aparato de absorción atómica a una longitud de onda de 422.7 y 285.3 nm.

#### **Determinación de Na y K**

1. Serie estándar de Na y K. pipetear 0, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 y 5.0 ml de la solución estándar diluida en seis matraces volumétricos de 100 ml, respectivamente, añadir un poco de agua, 10 ml de tiourea 0.1 M y 9 ml de la solución de CsCl aforar con agua y mezclar. Esta serie de estándar tiene concentraciones de: 0, 1, 2, 3, 4 y  $5 \text{ mg L}^{-1}$  de K y 0, 0.4, 0.8, 1.2 y  $2 \text{ mg L}^{-1}$  de Na.
2. Pipetear 2 ml del extracto de saturación en un tubo de ensaye, añadir 2 ml de la solución de Cs y homogenizar.
3. Medir Na y K en el espectrofotómetro de emisión atómica a una longitud de onda de 589 y 766.5 nm.

### **8.5. Análisis estadístico de datos.**

Los datos obtenidos en las diferentes determinaciones físicas y químicas fueron analizados mediante análisis estadísticos de medidas de tendencia central y de dispersión, tales como la desviación estándar, varianza y el coeficiente de variación (%). En algunos casos se utilizó la prueba de comparación de la diferencia de la media de la población utilizando la prueba de t student.

## **IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **9.1. Características sitio de estudio.**

En la comunidad El Duraznal, ubicada en la región Altos de Chiapas. Los suelos de este lugar son utilizados principalmente para el cultivo de durazno (*Prunus persica*). Los suelos se caracterizan por ser de color oscuro, poco profundos, con pendientes moderadas y con buen drenaje. El clima que prevalece en este lugar es Templado con lluvias en verano, con una temperatura promedio anual de 12.2° C y una precipitación pluvial de 520 y 1300 mm. La vegetación que se presenta es de tipo Bosque Pino-Encino, conformado por las especies *Pinus oocarpa* y *Quercus acatenangensis*. En relación a las parcelas experimentales propiedad del señor Joaquín Anastasio Gómez López de la cual se obtuvieron las muestras de suelo, se determinó que esta superficie tiene una extensión de 8 Ha. En el suelo de estas parcelas presentan características edafológicas y climáticas a las anteriormente señaladas que son adecuadas para el cultivo de durazno. A pesar de que el suelo de esta parcela es poco profundo y de naturaleza arcillosa, presenta buen drenaje, que favorece el flujo de agua y aireación; factores adecuados para un buen crecimiento de la planta. Es deseable para el cultivo de durazno suelos profundos y sueltos de naturaleza franco-arcillosa, ya que al retener poca humedad, se evita problemas por asfixia y enfermedades fungosas (Gonzales, 2004).

### **9.2. Encuesta Técnicas con Productores**

En el cuadro No 7 se presentan las respuestas a la encuesta realizada al Sr. Joaquín Anastasio Gómez López, productor de durazno en la comunidad El Duraznal. En este cuestionario se contemplaron aspectos tecnológicos/productivos, que permitieran detectar la situación actual del cultivo del durazno en esta comunidad. (Lara, 2013) dice que una encuesta sobre la estructura y producción agrícola se basan en métodos probabilísticos de muestreo y estimación de que son los únicos que aportan datos oportunos. Es común el empleo de encuesta o cuestionarios técnicos en el estudio de fertilidad de suelos en sistema de cultivo agrícola, ya que permiten caracterizar el proceso productivo de un determinado cultivo de importancia agrícola y económica (Márquez-Berber et al. 2012). La encuesta realizada en el sitio de estudio permitió determinar, que se emplea un sistema de producción tradicional con mucha variabilidad.

Cuadro 7. Encuesta técnica al Productor de durazno en la comunidad Tzotzil El Duraznal, municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

ENCUESTA TECNICA A PRODUCTOR		
FECHA: 06-11-2013	LUGAR: Comunidad El Duraznal	MUNICIPIO: San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
1.-Nombre del productor	Joaquín Anastasio Gómez López	
2.-Numero de parcelas en donde cultiva durazno	3 parcelas	
3.-Superficie (Ha) de las parcelas	Parcela 1= 11, 500 m <sup>2</sup> , Parcela 2= 16,000 m <sup>2</sup> y Parcela 3= 12,500 m <sup>2</sup>	
4.-Variedad de durazno que cultiva	Diamante	
5.-Época de cultivo	Agosto-Diciembre	
6.- Preparación del terreno	En el cultivo inicial, eliminación de maleza por técnica de roza, subsoleo.	
7.- Densidad de plantas/parcela	225 plantas, separadas a 1.5 entre planta y entre 4.0 a 6.0 m entre hileras.	
6.-Labores culturales (Tipo de fertilizantes, pesticidas, etc)	Se aplica fertilizante Triple 17 y se utiliza Vinclozalin (fungicida sistémico).	
7.-Enfermedades y/o plagas presente en el cultivo.	Hongos en el fruto. Agente causal: <i>Monilinia fructicola</i> . Necrosis en frutos , flores y hojas principalmente	
8.-Empleo riego	Si, tipo Aspersión. Dos riegos por día.	
9.-Producción de durazno por parcela	4.4 ton/parcela	
10.Cuenta con asesoría técnica y/o capacitación para mejoramiento del cultivo	No	

La encuesta realizada en el sitio de estudio permitió determinar, que se emplea un sistema de producción tradicional con mucha variabilidad. La mayor parte de los productores de durazno en la comunidad Tzotzil del Duraznal, barbechan (90%) y subsolean (80%) para preparar el suelo. La densidad de plantas sembradas es de alrededor de 200 plantas/Ha. La distancia de 1.5 m x 4.0 m es la más utilizada (90 %), pero (Burbano, 2011) recomienda que la plantación sea de 4.0 m entre plantas y 4.0 m entre surcos. Se ha comentado que la frecuencia tan alta en el uso de variedades mejoradas de durazno, es un reflejo de la buena selección en este factor de la producción, que es determinante y el primer paso para lograr un alto rendimiento y una calidad óptima, lo cual debe ser acompañado de un plan de

manejo adecuado de los árboles. La variedad cultivada predominante (100 %) es la diamante (*Prunus persica* Var. Diamante). El 80 % de los productores deshierba de forma manual. No se adiciona ningún tipo de abono orgánico. La gran mayoría de los productores no reciben asesoría técnica (96 %). El 97 % de los productores declaró que no reciben ningún apoyo gubernamental. El problema más importante para los agricultores es el control enfermedades fungosas (34 %). El rendimiento agronómico de durazno en la comunidad es de 4.4 Ton/Ha, que resulta muy por debajo de la media nacional que es de 12.4 Ton/ha (SAGARPA, 2004).

### **9.3. Características físicas y químicas del suelo de la comunidad El Duraznal.**

Los resultados relacionados con los parámetros físicos y químicos determinados en el suelo de las parcelas donde se cultiva durazno en la comunidad del Duraznal, Mpio. De San Cristóbal de las Casas, Chiapas se presentan en el cuadro No 8. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA) se determinó que no existe diferencia significativa en las variables físicas: Densidad aparente, pH y en la capacidad de intercambio catiónico (CIC). La densidad aparente permite evaluar el peso del suelo que ocupa un determinado volumen y está relacionado con la porosidad del suelo y su textura, sin embargo (Rojas – Saenz, 2012) dice que la densidad varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica, puede variar estacionalmente por efectos de labranza y con la humedad del suelo, sobre todo en los suelos con arcillas expandentes. Para el caso de los suelos del Duraznal se apreció que la densidad fue ligeramente mayor en la parcela 2 (2.27 Kg/m<sup>3</sup>) en comparación con las otras parcelas. Así también la textura determinada en las parcelas fue de tipo Arcilloso. Los suelos arcillosos se caracterizan por tener un porcentaje alto de materia orgánica y una buena capacidad para retener agua. Aunque, lo recomendado son los suelos tipo ligeros, arenosos y calcáreos son los más adecuados para el cultivo de durazno (Herrera, 2011), asimismo se puede considerar que los suelos arcillosos también pueden resultar apropiados para este tipo de cultivo. En relación al pH, se observó que los suelos en las 3 parcelas presentaron pH's muy cercanos a la neutralidad. El pH es un indicador para estimar el grado de acidez o alcalinidad del suelo (Campillo, 2009). Un pH muy ácido (menor a 5.5) dificulta el crecimiento y desarrollo de los cultivos y la retención de muchos nutrimentos. Para el cultivo de durazno se recomienda un pH de 6.0 a 7.0 (Gonzales, 2004), por lo anterior se puede determinar que los suelos de las parcelas donde se cultiva el durazno en la comunidad del Duraznal presentan pH's adecuados para este tipo de cultivo. En el caso de la capacidad de Intercambio catiónico (CIC) se observó que los valores en los suelos analizados oscilaron entre 34.5 a 39.0 mol/Kg. Estos valores de acuerdo a la Norma NOM-021-RECMAT-2000 están dentro de los valores óptimos para un cultivo. Para el caso del cultivo de durazno se indica que la CIC debe estar por lo menos entre 25

a 40 mol/Kg. La CIC mide la capacidad del suelo para abastecer a la solución del suelo de nutrimentos como Ca, K y Mg, así como Na en unidades Cmol/kg, es un indicador de fertilidad y calidad del suelo y está estrechamente asociado al contenido de arcillas y de materia orgánica. (Zea, 2014) dice que los suelos arcillosos con un alta CIC pueden retener una gran cantidad de cationes y prevenir la pérdida potencial por lixiviación. Los suelos arenosos, con baja CIC retienen cantidades más pequeñas de cationes. Esto hace que la época y la dosis de aplicación sean importantes consideraciones al planificar un programa de fertilización. La variable física conductividad eléctrica (CE) presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los suelos de las parcelas analizadas. La CE mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica en función de la concentración de sales en el suelo, un valor superior a 4 (dS/m) indica alta concentración de sales que propician que el suelo sea alcalino con  $pH > 9$ . Sin embargo cuando un suelo tiene un exceso de sales solubles se le denomina suelo salino. La medida de la CE del suelo y de las aguas de riego permite estimar en forma casi cuantitativa la cantidad de sales que contiene. El análisis de la CE en suelos se hace para establecer si las sales solubles se encuentran en cantidades suficientes como para afectar el crecimiento de las plantas o la absorción de agua por parte de las mismas (Martínez, 2011). En nuestro caso los valores de la conductividad eléctrica registrada en el suelo de las parcelas fueron de 0.043 para la parcela 1, 0.059 para la parcela 2 y 0.07 para la parcela 3. Se recomienda que los suelos utilizados para el cultivo de durazno sea menor a 2.0 dS/m (González, 2004)

En relación a los parámetros químicos: Materia Orgánica (MO), Nitrógeno Total (NT), Fósforo (P) analizados en los suelos de las parcelas del Duraznal donde se cultiva durazno (*Prunus persica*, Var. Diamante) presentaron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de acuerdo al análisis de varianza del Cuadro No 8. El porcentaje de materia orgánica (MO) fue mayor en los suelos de la parcela 3 (7.59) en comparación con los valores registrados en suelo de la parcela 1 (5.73) y con la parcela 2 (7.42), (Julca- Otiniano et al 2010) dice que la materia orgánica es la descomposición vegetal, animal del suelo, por lo que estos elementos pueden tener hasta un 5% de nitrógeno asimilables para las plantas. El Nitrógeno total es un elemento importante para el crecimiento y metabolismo de las plantas (Pereyra, 2001). En este estudio, se determinó que los valores del porcentaje de nitrógeno en el suelo de la parcela 2 y 3 fueron muy parecidos, a diferencia de la parcela 1 cuyo porcentaje de NT fue más bajo (0.375). De acuerdo a la norma NOM-021-RECMAT-2000, se indica que los que se utilicen para cultivos agrícolas deben contener un porcentaje de nitrógeno total mayor a 0.25 %. Por lo anterior, se puede considerar que los suelos de las parcelas donde se cultiva el durazno en la comunidad del Duraznal contienen una cantidad adecuada de nitrógeno para este



tipo de cultivo. (Borzan, 2010) señala que Las plantas asimilan nitrógeno principalmente en forma de sales de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), y sales de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) este último la forma de nitrógeno combinado más abundante en los suelos. Este nitrógeno será metabolizado por las plantas para sintetizar biomoléculas importantes para el crecimiento y desarrollo, tales como: Proteínas, coenzimas, aminoácidos, enzimas, nucleótidos, clorofilas entre otros compuestos aminados. El ( $\text{NO}_3^-$ ) al ser absorbido por la planta, puede ser reducido en las raíces o bien en tallos y hojas, en el caso del durazno como fruto de clima templado la reducción ocurre en las raíces. (Maza, 2009) nos dice que grandes funciones aporta este elemento a la planta para la realización de gran número de compuestos orgánicos, además de formar parte de la fotosíntesis y respiración. Todas las funciones mencionadas van de la mano con el suelo en alto porcentaje de nitrógeno, para que se pueda realizar en condiciones óptimas en la planta y así el cultivo lo demuestre en su exterior, con un crecimiento de planta propicio, las superficies foliares no disminuyen, las yemas no tardan en abrir y los frutos son grandes y dulces. El mayor contenido de nitrógeno en las plantas se encuentra en los tejidos jóvenes.

Cuadro 8. Parámetros físicos y químicos del suelo de las parcelas del “Duraznal” (cultivo de durazno)

Parcela (Tratamiento)	Parámetros Físicos				Parámetros Químicos <sup>‡</sup>				
	DA (Kg/m <sup>3</sup> )	pH	CE (dS)	CIC (mol/Kg)	MO (%)	NT (%)	C/N (%)	P (mg/Kg)	K (mg/Kg)
1	2.14 A	6.6 A	0.043 C	34.5 A	5.73 B	0.375 B	15.29 C	26.37 A	ND*
2	2.27 A	6.9 A	0.059 B	39.0 A	7.42 A	0.435 A	16.32 B	5.76 C	ND
3	2.10 A	7.1 A	0.077A	35.0 A	7.59 A	0.455 A	17.45 A	22.43 B	ND
DMS (P<0.05)	0.2283	0.949	0.0077	16.48	0.4417	0.0225	0.8565	2.8467	ND
P<0.05	0.1916	0.3853	0.0019	0.6729	0.0016	0.0031	0.0094	0.0004	ND

<sup>‡</sup> Parámetros Físicos= DA: Densidad Aparente; CE: Conductividad Eléctrica; CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico.

<sup>‡</sup> Parámetros Químicos= MO: Materia Orgánica; NT: Nitrógeno Total; C/N: relación Carbono/Nitrógeno; P: fosforo

\*ND= No determinado

Así también, Del cuadro No 8, se puede apreciar que la cantidad de fosforo en los suelos de la parcela 1 fue la que registro la cantidad mayor (26.37 mg/Kg) de este

elemento en comparación con los suelos de la parcela 3(22.43 mg/Kg) y la más baja con la parcela 2(5.76 mg/Kg).La norma NOM-021-RECMAT-2000, indica que los suelos con alto aporte de fósforo deben de ser mayor a 11 Mg/ Kg, con base a esto se considera que los suelos de estas parcelas donde se encuentra el cultivo de durazno, contienen una cantidad apropiada de fósforo para este cultivo, con excepción de la parcela 2, que es la más baja en aporte de este elemento. (Gutiérrez, 2012) señala que el fósforo es un elemento muy difícil para obtener por parte de las plantas considerando su naturaleza química y geológica. Este elemento es aprovechado por la planta principalmente como ion ortofosfato primario ( $H_2PO_4$ ), este predomina en suelos con pH menor a 7.0, pero también se absorbe como ion fosfato secundario ( $HPO_4$ ), que predomina en suelos con pH mayor a 7.0 (Fierro, 2001). El fósforo ya absorbido dentro de la raíz puede quedarse almacenado en esta área o puede ser transportado a las partes superiores de la planta. Este elemento P, será metabolizado por la planta para incorporarse a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF). Este macronutriente tiene un importante aporte en todos los procesos que requieren energía en la planta. Los fosfatos de alta energía que son parte de la estructura química de la adenosina difosfato (ADF) y adenosina trifosfato (ATF) son el empuje para una de las reacciones importantes como la Fotosíntesis, ya que esta es vital para sintetizar compuestos orgánicos, agua y nutrimentos del suelo para mantener tejidos de la planta y reserva de carbohidratos. El fósforo es esencial para el desarrollo de nuevas células, a medida que se desarrollan estas, abundante cantidad de P se acumula en las semillas y el fruto donde es esencial para la formación y desarrollo de la semilla. Este elemento es importante en los cultivos frutales, en ejemplo para que las hojas no se necrosen (turban de colores enfermizos) y no se caigan precozmente, la madurez del fruto no se retrase y no se aumente la acidez y la producción no se disminuya. (Gutiérrez, 2012).

Así también vemos en el cuadro No 8, La relación del C/N de las parcelas de durazno de la comunidad el Duraznal, donde se aprecia que la relación C/N más alta está en el suelo de parcela 3 con (17.45%), seguido de la parcela 2(16.32%) y (15.29%) del suelo de la parcela 1. Las relaciones C/N son parámetros utilizados en la caracterización del nitrógeno y sus relaciones con la materia orgánica del suelo. Los valores de las relaciones C/N varían entre 8 y 14%, los valores bajos encontrados en algunos suelos, se explican por la presencia de mayores cantidades de N-inorgánico y, de manera por la presencia especial, de  $NH_4^+$  fijado en minerales arcillosos (Fassbender, 1987).

#### **9.4 Análisis de correlación entre los parámetros físico y químicos analizados en el suelo de las parcelas experimentales del Duraznal.**

La correlación múltiple de Pearson cuadro No 9, mostró que existen correlación significativas ( $p < 0.05$ ) entre algunos parámetros físico y químicos analizados en este trabajo. El contenido de nitrógeno total (NT) correlacionó en forma negativa ( $r = -0.951$ ) y significativa con el porcentaje de materia orgánica (MO). Esto es posible, ya que sabemos que la materia orgánica que está conformada por residuos de diferente material biológico sufre un proceso de degradación y finalmente da lugar a la formación de compuestos orgánicos sin degradar, como compuestos nitrogenados, ácidos orgánicos, y compuestos fenólicos. (Fuentes, 2009) considera como M.O como un continuo de compuestos heterogéneos con base de carbono que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente del conjunto de microorganismos vivos y/o muertos y de animales pequeños que aún falta por descomponerse. Una de las contribuciones de la M.O a la fertilidad del suelo es su capacidad de suplir nutrimento, como N y P. En este caso para que el N sea transformado a moléculas de concentración más simple, pasa por el proceso de mineralización, en donde el  $\text{NH}_4$  se reduce a nitrito ( $\text{NO}_2$ ) y posteriormente la conversión de ( $\text{NO}_2$ ) a nitrato ( $\text{NO}_3$ ) esto ocurre para este elemento que producen nutrimentos en forma de iones y sean aprovechados por las plantas, ya que después de este proceso se forman las sales de nitrato que son la forma como la asimilan las plantas. Los factores ambientales que afectan a la mineralización son los mismos que afectan a la materia orgánica como química y mineralogía del suelo, manejo de suelo y/o vegetación y clima. Así también, esta prueba indicó que existe correlación entre relación de C/N con la materia orgánica, es viable ya que por lo general la mineralización depende de la relación C/N, y donde el  $\text{NH}_4$  producido puede sufrir inmovilización microbiana, absorción por las plantas, intercambio catiónico de suelo, lixiviación, o conversión a  $\text{NO}_3$ . La inmovilización es usualmente lo más importante depende de la relación C/N. El  $\text{NH}_4$  en los sitios de intercambio se recicla rápidamente; pero si el  $\text{NH}_4$  es abundante se nitrifica. Por otro lado, en muchos casos el  $\text{NO}_3$  aumenta con la disturbación en el suelo y puede ser mayor que absorción por plantas o microbios; depende de la disponibilidad de N y C. Los  $\text{NO}_3$  son muy móviles y susceptibles a lixiviación. (Borzan, 2010)

Cuadro 9. Correlación múltiple de Pearson entre las variables físico y químicas analizadas en el suelo de las parcelas del Duraznal. (P<0.05)

Parámetros físicos y químicos							
	DA	pH	CE	CIC	MO	NT	C/N
pH	0.041 0.939						
CE	-0.588 0.220	0.499 0.313					
CIC	0.418 0.410	-0.285 0.585	-0.547 0.262				
MO	-0.163 0.758	-0.661 0.153	-0.276 0.597	0.437 0.387			
NT	0.422 0.405	0.517 0.293	0.020 0.970	-0.232 0.658	-0.951 <b>0.003</b>		
C/N	-0.292 0.575	0.730 0.100	0.633 0.177	-0.636 0.174	-0.879 <b>0.021</b>	0.692 0.128	
P	-0.700 0.122	-0.021 0.969	0.416 0.412	-0.283 0.587	0.573 0.235	-0.788 0.062	-0.150 0.776

## 9.5 Transferencia de información técnica a los productores de durazno de la comunidad El Duraznal

### 9.5.1. Suelo

Con base en los resultados obtenidos en el estudio físico y químico realizado a los suelos de las parcelas de la comunidad Duraznal en donde se cultiva durazno *Prunus persica*, Var. Diamante, los suelos fueron caracterizados del tipo Vertisol, de naturaleza arcillosa, neutro, presenta porosidad adecuada y contiene elementos nutritivos adecuados que aseguran buen crecimiento de las plantas de Durazno. La cantidad de Nitrógeno y Fosforo, así como la relación de C/N resultaron por arriba de los indicados en la NORMA NOM-021-RECMAT-2000. Durante la inspección en las parcelas de cultivo de durazno, se pudo ver un buen manejo adecuado para el cuidado del suelo de este cultivo, el mejoramiento de suelo en el cultivo del durazno es una labor indispensable para la obtención de buenos rendimientos, es por ello que se recomienda para que estas tierras cultivadas de este fruto sigan en pleno mejoramiento y cuidado perfeccionar las

características físicas y químicas del suelo con aporte de materia de orgánica, ya que con el incremento de la actividad biológica el aspecto físico del suelo se logra la formación de poros, su estructura mejora y reduce problemas de erosión, compactación y encostramiento. (Moreno, 2010) dice que la compactación del suelo es la resultante de diferentes factores que actúan sobre el suelo: gravedad, lluvia, tráfico de maquinaria y pobre manejo orgánico del suelo. Esto afecta fuertemente el desarrollo de raíces por un insuficiente aporte de oxígeno y un aumento ostensible de los niveles de dióxido de carbono, aunque es inevitable algún grado de compactación en los suelos plantados con frutales, existen algunas alternativas de manejo que permiten reducirlas, como un manejo programado y organizado de labores, uso de cubiertas vegetales y abonos verdes. En lo que respecta al aspecto químico el aporte de materia orgánica eleva los contenidos de nutrimentos en el suelo. Eliminar o controlar también malezas perennes agresivas y mantener controladas la población de malezas, ya que estas interfieren en el movimiento del agua de riego, compiten por los nutrientes del suelo y desvalorizan los huertos anuales.

### **9.5.2. Riego**

Durante las actividades realizadas en las parcelas experimentales donde se cultiva el durazno en la comunidad del Duraznal, se observó que en esta comunidad se utiliza el riego por aspersion, pero lamentablemente en ocasiones se emplea aguas residuales o contaminadas. Durante la inspección de los huertos de durazno, se observó la presencia de enfermedades fúngicas, que atacan al fruto causando necrosis y caída temprana. Este problema puede deberse al empleo de este tipo de aguas contaminadas para el riego. Desde nuestro punto de vista, estas aguas empleadas requieren urgentemente un tratamiento para eliminar algunos elementos como grasas, metales pesados, y otros elementos que dañan al agua, y así emplearlos con más confianza al fruto, lamentablemente esta comunidad no recibe apoyo por parte del gobierno para realizar esta acción, por lo que siguen con este proceso de riego de aguas negras, otras comunidades cercanas a la comunidad el Duraznal, utilizan las mismas aguas residuales con la diferencia de estas que la utilizan directamente sobre el tronco de la planta, y así reducir el riesgo de contaminación a la planta en general y sobre todo al fruto. Es una buena opción para evitar el contacto de estas aguas con el fruto y reducir enfermedades, en lo particular (Aguirre, 2011) recomienda un proceso natural de aguas residuales, ya que este proceso requiere menor consumo energético, uno de estos métodos sería tratamiento mediante aplicación en el terreno por infiltración lenta, lo cual es un método importante y de bajo costo, este consiste básicamente en la aplicación de un caudal controlado de agua residual sobre una superficie, es este caso en el cultivo de durazno, este caudal estará justo en medio de hileras de cultivo, este método opera en ciclos semanales, por lo que sería muy bueno para el cultivo de durazno, ya que en su infiltración, el agua residual penetra vertical y lateralmente a través del suelo. Con lo relacionado al riego

(Cisneros, 2010) recomienda el uso de riego agrícola por goteo, ya que este método el agua se aplica únicamente en la zona del suelo que ocupan las raíces de las plantas. Este tipo de riego supone mejor aprovechamiento de agua y un mayor rendimiento de cultivo. El riego por goteo mantiene un nivel alto de humedad, por ello las plantas absorben el agua con más facilidad. Este método permite que en suelos arcillosos pueda regarse a diario o cada 2 o 3 días.



Figura 16. Sistema de riego agrícola por goteo en cultivos de duraznos.

### 9.5.3. Fertilización

Actualmente en estas parcelas y año tras año se aplica al suelo alrededor de 5 toneladas de fertilizantes químicos, entre las fuentes se encuentra la fórmula triple 17 (N, P, K), sulfato de amonio, urea, entre otros sin ningún tipo de técnica. Sin embargo de acuerdo a los resultados físicos y químicos que se realizaron al suelo de las parcelas del cultivo de durazno en la comunidad el Duraznal, se recomienda para el cultivo tenga un rendimiento y buena calidad del fruto, se aplique la fórmula triple 30 (N, K, P), en el área de goteo en fórmulas balanceadas (gramos de fertilizante por árbol), ya que es una fórmula adecuada para estos cultivos con producción forzada (riego agrícola) con rendimientos menores a 5.0 Ton/Ha (Covarrubias et al, 2008). Es conocido que un exceso de sales de amonio puede ocasionar la depositación de sales inorgánicas y provocar el incremento de la salinidad y la acidez. Lo anterior ocasionara que las plantas presenten un lento

crecimiento. Los productores de durazno en México, como el estado de Zacatecas, Chihuahua, Jalisco, Michoacán entre otros estados emplean principalmente el sulfato de amonio, Superfosfato triple (P) y el sulfato de potasio (K) con la fórmula triple 65 (N, K, P) en el cultivo de durazno con riego agrícola, con la diferencia de estos estados en su rendimiento sobre pasa los 15.0 y 25.0 Ton/Ha, (Covarrubias et al, 2008). Dice que los suelos de estos estados no son muy fértiles, razón por la cual utilizan la fórmula antes mencionada. (Chávez et al, 2013) dice que estos estados aplican esta fórmula en la temporada cuando las plantas están en floración, para que el árbol absorba los nutrientes necesarios y las flores no caigan por falta de nutrientes, también cuando se está formando la fruta, para que esta obtenga un crecimiento óptimo, y de buena calidad, la última etapa es al terminar la cosecha para que la planta recupere los nutrientes absorbidos durante la recolección. Sin embargo es importante considerar el empleo de abonos orgánicos, tales como el empleo de lixiviados de vermicomposta o la biofertilización usando microorganismos fijadores de nitrógeno o micorrizas para la asimilación de fosfato para las plantas que crecen en estas condiciones. (Chávez et al, 2013) indica que no hay estados en el que se reporte que estén utilizando algún abono orgánico para este cultivo, o que la producción haya incrementado por la aplicación de estos. En los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Aguas Calientes, se empieza hacer encuestas a las personas sobre todo a los consumidores, para saber que aceptación tendrá este fruto si se produce de una manera orgánica, utilizando compostas en estas regiones, y sobre todo el aumento de su precio a lo normal, por motivos de una agricultura orgánica.

## X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la comunidad El Duraznal ubicado en el municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, existen las condiciones climáticas y edafológicas adecuadas para el cultivo de Durazno (*Prunus persica*). El análisis físico y químico realizado a los suelos de las parcelas donde se cultiva actualmente el durazno, presentaron una textura arcillosa, adecuada porosidad y un pH neutro, así como un contenido de nitrógeno de (0.421%) y fósforo (27.28 mg/Kg) por arriba de los indicado por la Norma NOM-021-RECMAT-2000 para el cultivo de durazno. En las tres parcelas se indicó un suelo muy fértil para dicho fruto, con la diferencia en la parcela 2 de acuerdo al análisis físico químico, el fósforo se encuentra en condiciones bajas, por lo que en esta área los frutos se caen precozmente, se tornan de colores enfermizos y se retrasa su maduración. El contenido de nitrógeno total correlaciono significativamente con la materia orgánica lo que indica un proceso y la materia orgánica con la relación C/N, estos parámetros indican que se trata de suelos fértiles. En las parcelas se emplea el riego por aspersión usando ocasionalmente aguas residuales lo que ha ocasionado la aparición de enfermedades fungosas provocado por el agente biológico *Monilinia fructicola* que causa necrosis en frutos. Las encuestas técnicas indicaron que los productores de durazno de esta comunidad aplican un sistema de cultivo tradicional simple, subsolean y preparan el suelo, no barbechan, pero si aplican fertilizantes en especial la fórmula triple 17, que no es adecuada para este cultivo dado los resultados fisicoquímicos de los suelos, pero pueden usar la fórmula triple 30 en sistemas balanceados, es una fórmula adecuada para cultivos con rendimientos por abajo de las 5.0 Ton/ Ha. La comunidad El Duraznal, está conformada por alrededor de 25 o más productores y pertenecen a la etnia Tzotzil, en donde aplican usos y costumbres para sus actividades agrícolas. La apertura a recibir asesoría técnica de instituciones gubernamentales es mínima y aún menos la transferencia de tecnología para el mejoramiento de los cultivos.

Por lo anterior y con base en la experiencia obtenida en este trabajo de investigación, se puede establecer las siguientes recomendaciones:

- 1.- Evaluar otros parámetros químicos, tales como la presencia de Micronutrientes (magnesio, Zinc e hierro) y considerando la importancia del nitrógeno para el cultivo de durazno, evaluar la cantidad de sales de nitrito, nitratos y contenido de amonio, esto determinara la forma más asequible del nitrógeno por las plantas.
- 2.- Evaluar un número mayor de parcelas de la comunidad para poder conocer la situación actual del cultivo de durazno, así también, realizar estudios en parcelas que estén cultivadas con otras variedades de durazno.



3.- Recomendar a los productores que no emplee aguas residuales para el riego de las plantas, ya que puede ocasionar problemas de salud por enfermedades gastrointestinales, lo que afectara significativamente la comercialización de este cultivo.

4.- Proponer el empleo de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes para disminuir el impacto negativo del uso constante de fertilizantes químicos.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Abilo Orellana J. (2006). Muestras y análisis de suelo. México. Ed. 2. 33 p. Ministerio de agricultura y ganadería ciencia nacional de tecnología agropecuaria y forestal.
- Aguirre Domínguez V. (2011). Métodos naturales de tratamiento de aguas residuales, sistema de tratamiento mediante aplicación en terrenos agrícolas. México.
- Aristizabal Gutiérrez F. Dinámica de la asimilación y ciclo del fósforo en suelos. Revista Biotecnología. Vol. 2. No 1. 7-10 pág. Julio 2012. Colombia.
- Arévalo Alcázar P. (2010). Propiedades físicas del suelo. Ministerio de análisis de suelo. México.
- Abarca Torres O. (2006). Nutrientes del suelo. México. Ed 3.
- Brady Carrillo Camilo O. (2005). Características de muestreo de suelos. México.
- Ballinas Aquino M.L. (Enero – Abril 2008). Religión, salud y género en la comunidad del Duraznal. México. 3 p.
- Bardenes Souza M, Álvarez Biggar L y Pereira O. (2007). Propiedades del durazno. México. 17 p.
- Cisneros Amílcar P. (2010). Principios de riego por goteo. Ministerio de agricultura y ganadería. San salvador.
- Chávez León G, Ruiz Corral A. (2013). Caracterización edafológica, climática y técnica de fertilización asociados al fruto de durazno. Michoacán.
- Estrada Pareja M.M (2010). El durazno como fruto de comercialización en los países. México. 12 p.
- Fassbender, H. W. (1987). Modelos edafológicos de los sistemas de producción agroforestales. Importancia y característica de la relación C/N. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (CATIE). Costa Rica.
- García Sánchez Klever M. (2013). Asistencia técnica y capacitación para el cultivo de durazno. México.
- García López. (2009). El cultivo de durazno. México. 10 p.
- Gonzales M.G, Moreno G y Giardina E.B (2008). Principales características para el crecimiento de durazno. México. 29 p.
- Gonzales Ruano I. (Junio 2004). Manual del cultivo de melocotón. Ed 2. Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación. México. 67 p.
- Gómez Llanos Dania. (2007). Espacio ambiental (semilla). Ed 2. Ciclo de fósforo. México.

- García Maza A.D. Características físicas y químicas de durazno (*Prunus persica*) y la efectividad de la refrigeración en frutos caudolifilos. Revista Bioagro. Vol. 18. No. 2. 115-118 pág. 2009. Venezuela.
- Herrera G. (Junio 2011). Cambiando lo tradicional, el durazno como proceso de cambios. México. 70 p.
- Ibañes Márquez A. (2011). Los andosoles, suelos volcánicos. México. 20-32 p.
- Jiménez Lara M. Encuestas agrícolas en terrenos de producción y la importancia en áreas de agricultura. Revista Chapingo serie fruticultura. Vol. 18. No. 1. 3-5 pág. 2013. México.
- Julca – Otiniano A, Menese Florian L, Blas Sevillano R. Materia orgánica, importancia y experiencia de uso en la agricultura. Revista IDESIA. Vol. 24. No. 1. 50-51 pág. Abril 2012. Chile.
- Marbeuf R. (2002). Los fertilizantes y su uso. México. Ed 4. 13-30 p.
- Méndez Utrilla H. (2007). Cultivos de clima templado y sus características de las etapas fenológicas del fruto. Instituto nacional de investigaciones forestales y agropecuarias. México.
- Mena Covarrubias J, Reveles Torres L, Zegbe Domínguez J.A. (2008). Prácticas culturales para producir durazno criollo en los estados del norte. (INIFAP). Instituto nacional de investigación, forestal, agrícola y pecuaria. Zacatecas.
- Murray Alston J. (2010). El huertero. Plagas frutales: durazno a nivel nacional. México.
- Monza Borzan P, Signorelli Díaz O. Metabolismo de nitrógeno en plantas, sales de nitrato, como alimento de plantas. Revista infoagro. Vol. 15. No 3. 42-45 pág. 2010. México.
- Martínez Pérez A. Características de compactación de suelo mediante un campo magnético para analizar la conductividad eléctrica. Revista ciencia técnica agropecuaria. Vol. 20. No. 1. 2-6 pág. Enero- marzo 2011. Cuba.
- Márquez – Berber S.R, Torcuato – Calderón C, Almaguer – Vargas G. (2012). Importancia de una encuesta agrícola y sus características de aportaciones y aprendizaje. México – Texcoco.
- Norma oficial mexicana NOM-021-recnat-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio muestreo y análisis. México.
- Oliva Burbano L.A. Tecnología de manejo y sembrado del fruto del cultivo de durazno. Revista Agro. Vol. 9. No. 4. 2-4 pág. 2011. México.
- Pereyra Martínez L. (2001). Ciclos biogeoquímico del nitrógeno. México.
- Pool Novelo, orantes Méndez O y Toledo J. (1991). Clasificación de tipos de suelos en tzotzil. México. 12 p.

- Peña Aranda A. (2007). Ciclos biológicos del suelo. México. Ed 4. Torre del campo. 2 -5 pág.
- Pardo Muñiz L. (2006). Los ciclos Biogeoquímicos del suelo. México.
- Quiroga Méndez O.H. (2007). Requerimiento de frío en frutales caducifolios. México. Instituto nacional de investigaciones forestales y agropecuarias. 30 p.
- Rodríguez Santizo J. (2010). Durazno como cultivo de clima templado. México. Vol. 2. 21 p.
- Rosado Alcázar M. (2005). Características del fruto de durazno. México. 13-16 p.
- Rosario Priego M. (2012). Plan rector del comité nacional del sistema producto durazno. México.
- Rojas – Sáenz Peña Julieta M. Comparación de métodos de detención en ensayo de rotación en siembra directa. Revista experimental Agropecuaria. No. 4. 7-9 pág. 2012. México.
- Zea Rodríguez J. Comparación de la capacidad de intercambio catiónico en los suelos utilizando acetato de amonio de sodio y cloruro de amonio. Revista de la facultad de agronomía (agraria tropical). Vol. 19. No. 4. 10-15 pág. 2014. Venezuela.
- Rodríguez Iazos P. (1990). Cultivos frutales de clima templado. El durazno (*Prunus persica*) como fruto de clima templado. Ed 3. México.
- SAGARPA. (2006). Clasificación taxonómica del durazno. México. 3-8 p.
- Sigrifredo G. (2008). Comportamiento en vivero de patrones franco, con huertos de variedades de durazno y sus características agroecológicas México. Ed 3. Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación 15 -21 p.
- SAGARPA. (2012). Situación de los últimos años en producción de durazno a nivel mundial. Superficie mundial de durazno. México.
- SAGARPA. (2004). Características del estado de Chiapas y su producción de frutas y hortalizas a nivel local. México.
- Tobar Hernández M. (2003). Clasificación botánica del durazno. México. 5 p.
- Wadimir Peter K. (1968). Clasificación climática de Köppen. Rusia.
- Zegbe Munguía A. (2005). El riego como fuente importante para cultivos agrícolas de sistemas forzados. (*Prunus persica*) como fruto agrícola en sistemas forzados. México.

## XII. ANEXOS

### Anexo 1.

Fotos de la zona de estudio y las parcelas demostrativas



## ANEXOS 2.

Actividades realizadas en el laboratorio de suelos y plantas, ECOSUR- Unidad San Cristóbal de las Casas, durante el estudio de parámetros fisicoquímicos al suelo de las parcelas del Duraznal.



**Determinacion de textura**



**Determinacion de fosforo**



**Determinacion de M.O**



**flamometro para determinar  
K, Na, Li y Ba**



**Conductimetro**



**Potenciometro para pH**



**Equipo micro kjendhal para  
nitrogeno**