



Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos  
Dirección General de Institutos Tecnológicos



## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

### CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS DE CULTIVO Y PREPARACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL MUNICIPIO DE MOTOZINTLA.



*Álvarez Ramos Cristóbal Eduardo*

Asesor externo

M.C Noé Samuel León Martínez

Asesor interno

M.C Juan José Villalobos Maldonado

Revisores:

Dr. Federico Antonio Gutierrez Miceli.

Ing. Dulce María Hernández Beristáin.

**TUXTLA GUTIERREZ CHIAPAS A 13/01/2012**

## INDICE

Pág.

<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>5</b>
1.1 Justificación	6
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.1 objetivo específico	6
1.3 Hipótesis	7
<b>II. FUNDAMENTOS TEORICOS</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Descripción del municipio de Motozintla</b>	<b>8</b>
2.1.1 Localización	8
2.1.2 Orografía	9
2.1.3 hidrografía	9
2.1.4 clima	9
2.1.5 principales ecosistemas	10
2.1.6 Recursos naturales	10
2.1.7 Clasificación y uso de suelo	11
<b>2.2 La fresa</b>	<b>12</b>
2.2.1 Generalidades de la fresa	12
2.2.2 Descripción botánica	12
2.2.3 Historia de la fresa	13
2.2.4 Características del fruto	13
2.2.4.1 Requerimiento climático	15
2.2.4.2 Requerimiento del suelo	15
2.2.4.3 Época de siembra	16
2.2.5 Principales variedades	16
2.2.5.1 Variedad Tioga	17
2.2.5.2 Variedad Douglas	17
2.2.5.3 Variedad Selva	17
2.2.5.4 Variedad Camarosa	17
2.2.5.5 Variedad Oso Grande	18
2.2.5.6 variedades Chandler	18

## INDICE.

	<b>Pág.</b>
2.2.5.7 Variedad Pájaro	18
2.2.6 Propagación de la planta	19
2.2.7 Siembra	19
2.2.8 Manejo de plantación	19
2.2.8.1 Cobertura de suelo	19
2.2.8.2 Riego	20
2.2.8.3 Fertilización	20
2.2.8.4 Poda	20
2.2.9 Valor nutricional de la fresa	21
2.2.10 Producción mundial de la fresa	23
2.2.10.1 Comercio de la fresa en el mundo	25
2.2.11 Fisiología y maduración de la fresa	26
2.2.12 Plagas y enfermedades de la fresa	31
<b>2.3 LOMBRICULTURA</b>	<b>34</b>
2.3.1 Historia	34
2.3.2 Biología de la lombriz	35
2.3.3. Características de los anélidos	36
2.3.4 Características externas de la lombriz	37
2.3.5 Anatomía y Fisiología	38
2.3.6 Alimento de las lombrices	39
2.3.7 Beneficios de las lombrices de tierra	40
<b>III. MATERIALES Y METODOS.</b>	<b>46</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION.</b>	<b>53</b>
4.1 Modulo 1 parcela del Sr. Gumersindo	53
4.2 Modulo 2 en Benito Juárez- Loma bonita	54
4.3 Determinaciones físicas y químicas del suelo	55
<b>V. CONCLUSION.</b>	<b>63</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>64</b>



## **RESUMEN**

El presente trabajo tiene como finalidad navegar en el municipio de Motozintla estado de Chiapas, conociendo la ubicación, clima, flora, fauna, etc., y establecer un foco con alerta amarilla en la flora (sistemas de producción).

El municipio atraviesa una problemática en la producción de cultivos que se utilizan para generar ingresos y autoconsumo particular, debido a que los suelos presentan problemas de lixiviación, dejando pobre y limitando los nutrientes del suelo que son fundamentales para crecimiento de las plantas; con ello el equipo de investigadores de ecosur se dio a la tarea de mejorar las condiciones del terreno, evaluando las condiciones del mismo, mediante determinaciones que arrojaran valores que pudieran visualizar de manera general las características que presentan, como lo son (pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, la textura del suelo, nitrógeno total, fosforo, materia orgánica, etc.)

Los resultados que se obtienen son satisfactorios hasta cierto punto de vista, ya que para la fresa en estudio cuenta con suficientes nutrientes y requerimientos climáticos para su crecimiento, como por ejemplo: los metros sobre nivel de mar, el pH del mismo suelo, las contracciones de materia orgánica que prestan las muestras de acuerdo a la referencia citadas son abundantes, con lo cual atribuye a generar nutrientes para la planta, incrementa la infiltración de agua, reduce las perdidas por erosión etc.; mas sin embargo no son completamente suficientes para pensar en una exportación a mayor escala en el mercado interno del mismo, por consiguiente se trabajó en la producción de abonos orgánicos mediante la lombriz roja californiana.

Se pretende que este sencillo trabajo despierte el interés por mejorar y realizar prácticas de lombri-cultivo, una técnica cuyo objetivo primordial concuerda los principios básicos de la naturaleza, mejorar de manera considerable las condiciones de los suelos y con ello la tasa de producción de frutos u hortalizas asciendan paulatinamente, llevando a las familias de los ejidos de Motozintla mayores ingresos y realizar como alternativa, tecnologías de alimentos (Mermelada) para aprovechar los rendimientos de la fresa.



## 1. INTRODUCCIÓN

El papel que juegan los microorganismos en el medio ambiente es de suma importancia. Se encuentran presentes en todos los ecosistemas del planeta y desempeñan funciones primordiales en la subsistencia de los mismos.

Motozintla es un municipio de Chiapas en donde la contaminación, la erosión y la degradación, aunado a un mal uso agrícola de los suelos han propiciado que estos se encuentren escasos en nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas. El uso de productos químicos tales como fertilizantes, herbicidas, anti fúngicos, entre otros; ha producido un encarecimiento en los costos de producción de muchos alimentos y otros productos agrícolas, además de representar un impacto negativo sobre el ambiente. El manejo adecuado del suelo le da prioridad a la disminución de agroquímicos, y propone otras alternativas viables y sustentables para la producción agrícola.

La fresa es uno de los iconos principales de cosecha para el municipio de Motozintla (Benito Juárez, Loma bonita, san Luis), actualmente la producción ha ido decreciendo paulatinamente, debido a la falta de alternativas que se tiene en el manejo y conservación de suelo en la producción de la fresa.

La opción de usar técnicas de conservación de suelo, producción de abonos orgánicos (humus), en función de un análisis de suelo, que nos reflejen las características que presentan los terrenos del mismo; es una forma de poner en practica la agricultura sustentable y establecer un contacto amigable entre el hombre y la naturaleza.

En la actualidad, los suelos de Motozintla han sido degradados por la contaminación, la erosión y el uso de agroquímicos, los deslaves que ocasionan las fuertes lluvias, aunado a que los suelos son fácilmente deleznable y por lo tanto los nutrimentos presentes en el suelo han disminuido, lo cual dificulta que las plantas puedan proveerse de elementos necesarios para crecer.

De ahí nuestro interés por estudiar las formas o alternativas que pudieran ser viables para la zona; como el uso de la lombricultura, ya que estudios previos demuestran su papel como biomonitores de compuestos químicos agrícolas, la reducción de metales pesados, la reducción de patógenos en los sustratos, su efecto en la fertilidad de suelos. Igualmente su aplicación clínica en la medicina tradicional china (Zhenjun, 2002), su efecto cicatrizante de la crema preparada con *Aloe vera* y *Eisenia fétida* (Corpollanos, 2004); su potencial acción bactericida (Aguilera *et al.* 2004).



## **1.1 JUSTIFICACION**

En la actualidad, los suelos ejidales de Motozintla tienen su origen de materiales deleznable y con pendientes muy pronunciadas, lo cual ha coadyuvado a que se degraden con más facilidad, así mismo las escasas obras de conservación de suelos ha permitido la erosión; por otro lado, el uso de agroquímicos y la presencia de compañías mineras han provocado diversas problemáticas.

Lo anterior ha generado la escasez de nutrimentos en los suelos que se usan con fines agrícolas y por lo tanto los rendimientos de los mismos en la mayoría de los casos son para el auto abasto familiar. De ahí nuestro interés por estudiar las características del suelo de Motozintla, un municipio que se mantiene en la lucha constante por mejorar las características de su tierra cultivables; por ello el proyecto de cuencas tiene la finalidad de buscar la vía más accesible que logre minimizar estos problemas, a fin de mejorar o conservar la riqueza del suelo ayudando a una mejor producción de sus cultivos.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general.**

- Evaluar la fertilidad de los suelos agrícolas y el efecto de los abonos orgánicos en la producción de la fresa.

### **1.2.2 Objetivo específico.**

- Demostrar que la producción de abonos orgánicos; tienden a mejorar la capacidad del suelo, aumentando así la cantidad y calidad de nutrimentos.
- Promover la agricultura sustentable, en los ejidos de Motozintla.



### 1.3 HIPOTESIS

Las plantas propuestas para el proyecto son la fresa, el durazno, aguacate. En este trabajo se analizará principalmente a la fresa, mismas que se verán beneficiadas por la acción de las lombrices o de su lixiviado, generando la disponibilidad de nutrimentos que serán directamente proporcional a la producción del fruto, ya que la disposición de elementos esenciales para su desarrollo, así como la manera de absorberlos será mucho mayor. En caso de obtener resultados satisfactorios, se probará en parcelas a mayor escala, con lo cual se espera obtener un aumento en el volumen de producción, lo cual beneficiaría económicamente al municipio además de ser una alternativa natural para fertilizar plantas.

La producción del cultivo de fresa se verá beneficiada tanto en rendimiento y calidad de la misma con la incorporación del humus de la lombriz como abono orgánico.



## II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### 2.1 Descripción de municipio de Motozintla

#### 2.1.1 Localización

Al sureste del estado se localiza el municipio de Motozintla, donde la cabecera municipal se sitúa a  $15^{\circ} 21' 45''$  latitud norte y  $92^{\circ} 14' 45''$  longitud oeste y una altitud de 1300 metros sobre el nivel del mar. Colinda con los municipios del Porvenir y Siltepec al norte; Escuintla y villa Comaltitlán al oeste; Huixtla, Tuzantan y Tapachula al sur; Mazapa de Madero al noroeste y al este con la república de Guatemala. Su extensión territorial es de 782 kilómetros cuadrados, que representa el 1.05 por ciento con relación a la estatal y el 0.040 por ciento de la nacional. La cabecera concentra el 43 por ciento de la población total, el resto (57%) vive en el medio rural distribuido en 159 localidades, entre las que destacan Belisario Domínguez, Francisco I. Madero, Berriozábal, las Cabañas, Cuauhtémoc, Buenos Aires, Tolimán y la Unión.

A continuación se muestra un mapa (figura I) donde se ilustra la ubicación del municipio de Motozintla en el estado de Chiapas, así como también los municipios con los que colinda.

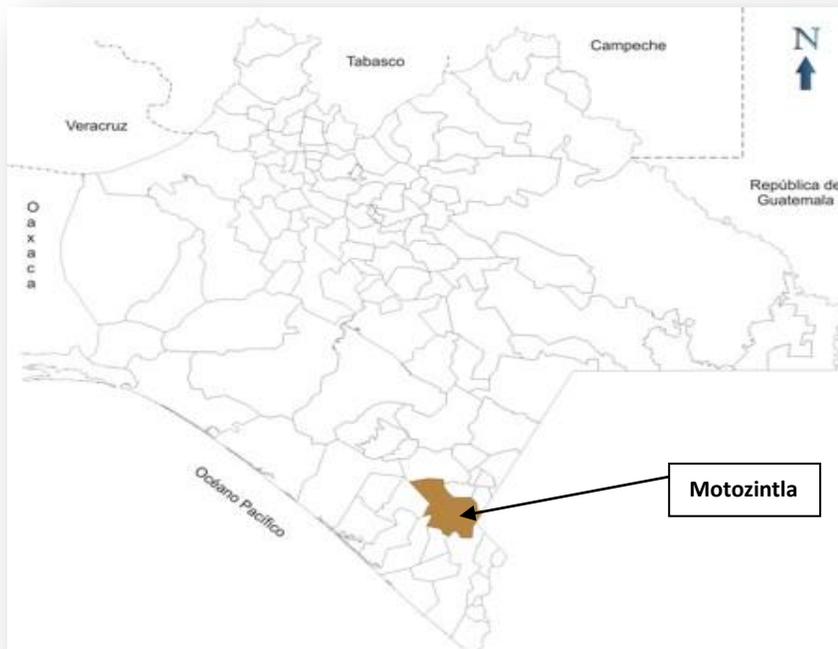


Figura I. Ubicación del municipio de Motozintla, en el estado de Chiapas

## 2.1.2 Orografía

El municipio está enclavado en la Sierra Madre de Chiapas, por lo que las zonas accidentadas son las predominantes en el territorio del municipio.

## 2.1.3 Hidrografía

La hidrografía la componen los ríos: Huixtla, Motozintla-Mazapa; así como los arroyos Las Cabañas, Llano Grande y Negro.

## 2.1.4 Clima

Los climas son cálidos subhúmedos, cálidos húmedos y templados húmedos, registrándose en la cabecera municipal una temperatura media de 22°C y una precipitación pluvial de 3,000 milímetros anuales.

Tal y como y lo muestra la siguiente (tabla I), en donde los datos fueron tomados de los archivos del servicio meteorológico nacional, de la secretaria de recursos hidráulicos, y la comisión federal de electricidad, recopilados y procesados por personal del instituto de geografía de la UNAM.

Tabla I. Fuente: Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen (1973). Enriqueta García.

Núm.	Estación	Coord.	Años	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	PROM.	Tipo de clima
057	Motozintla	15°21´ 92°15´ 1240 m.	T 37 P 36	19.6 0.4	20.6 1.7	22.2 2.8	23.3 12.7	23.6 70.6	22.6 176.4	22.4 125.0	22.3 117.6	22.0 141.6	21.5 87.1	20.3 11.2	19.9 2.7	21.7 749.8	A(C)w''o(w)ig

Dónde:

A(C)w''o(w)ig: Semicalido, donde la estación más seca se presenta en el invierno.



## 2.1.5 Principales Ecosistemas

### ➤ Flora

La vegetación es de bosque encino-pino, y la totalidad de su flora está compuesta por una gran variedad de especies de las cuales las más sobresalientes son: madre selva, helecho, arbóreo, capa de pobre, cedro, encino, liquidámbar, ciprés, pino, romerillo, sabino, manzanilla y roble.

### ➤ Fauna

La fauna del municipio está compuesta por una gran variedad de especies de las cuales las más sobresalientes son: culebra vercosa, nauyaca de frío, cotorrilla, chupaflor montañero, jilguerillo, cacomixtle, jabalí, murciélago, venado cabrito, puma, culebra ocotera, gavilán golondrino, picamadero ocotero, ardilla voladora y zorrillo espalda blanca.

## 2.1.6 Recursos Naturales

Chiapas posee una gran variedad de recursos naturales, desafortunadamente su explotación irracional ha devastado extensas áreas de bosques y selvas, provocando la pérdida de especies de flora y fauna silvestre. Dentro de sus límites, se encuentra la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Pico el Loro de Paxtal, con una superficie de 61,268.00 Has, en la (tabla II) se citan las áreas naturales protegidas de Motozintla.

<i>Área natural</i>	<i>Localización</i>	<i>Superficie Has.</i>	<i>Principales características</i>
Pico el Loro El Paxtal (zona sujeta a conservación ecológica)  Decreto:  22 de noviembre del 2000	Sierra Madre de Chiapas, municipios de cuadro, Acacoyagua, Escuintla, El Porvenir, Mapastepec, Motozintla y Sultepec. Entre las coordenadas.	61268,00	Se propone para su conservación por tratarse de reductos de bosque mesófilo de montaña que nace en las zonas submontañosas de esta área. Es un sitio donde habitan flora y fauna en peligro de extinción. Regularizada por el INHE.

Tabla II; áreas naturales protegidas, municipio de Motozintla. Año 2000;

Fuente: Instituto de Historia Natural. Departamento de Información para la Conservación.



### 2.1.7 Clasificación y Uso del Suelo

El municipio está constituido geológicamente por terrenos paleozoicos (con rocas ígneas intrusivas acidas) y terciarios (con rocas ígneas extrusivas intermedias). Los tipos de suelos predominantes son:

- Acrisol: tienen una acumulación de arcilla en el subsuelo, es ácido y muy pobre de nutrientes, de zonas tropicales a templadas muy lluviosas y susceptibles a la erosión.
- Cambisol: 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.; moderadamente a la alta susceptibilidad a la erosión.
- Regosol: 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.
- Andisol: se ha formado a partir de cenizas volcánicas, con una capa superficial de color negro, son sueltos y muy susceptibles a la erosión.

Su uso, principalmente es pecuario, con gran parte de bosque y selva correspondiendo la mayor parte de la superficie municipal a terrenos ejidales y municipales, solo el 6.4 por ciento se encuentra formado por propiedad privada.



## 2.2 La Fresa.

### 2.2.1 Generalidades de la fresa.

Desde el punto de vista botánico a la fresa se la ubica en la:

<b>Familia</b>	<b>Rosáceas</b>
<b>Subfamilia</b>	Rosídeas
<b>Tribu</b>	Potentillea
<b>Genero</b>	Fragaria
<b>Especie</b>	Fragaria sp.



### 2.2.2 Descripción botánica:

La planta de fresón es de tipo herbáceo y perenne. El sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas. Las primeras presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de éste, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto, de algunos días o semanas, en tanto que las raíces son perennes. Las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc., que rompen el equilibrio. La profundidad del sistema radicular es muy variable, dependiendo entre otros factores, del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo.

En condiciones óptimas pueden alcanzar los 2-3 m, aunque lo normal es que no sobrepasen los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm. El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado "corona", en el que se observan numerosas escamas foliares. Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona. Son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas. Su limbo está dividido en tres folíolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas (300-400/mm<sup>2</sup>), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración.

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño. La flor tiene 5-6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al "fruto" del fresón.

### 2.2.3 Historia de la fresa.

La fresa es nativa de las regiones templadas de todo el mundo y se cultiva en grandes cantidades, tanto con fines comerciales como por parte de horticultores aficionados. Las flores blancas se organizan en cimbras y tienen cáliz de cinco piezas hendidas, cinco pétalos redondeados, numerosos estambres y pistilos. El fruto es el resultado de la agregación de muchos carpelos secos diminutos, sobre un receptáculo pulposo de color rojo escarlata.

Contiene gran cantidad de ácidos orgánicos y vitamina C, sustancias minerales y azúcares, por lo que es muy apreciado por su sabor y sus aplicaciones en medicina. Todas las fresas cultivadas se obtuvieron a partir de cuatro especies principales. La primera de ellas, la fresa silvestre o de bosque, es una especie memorial frágil nativa de las montañas de América y las Antillas. La fresa escarlata o fresa de Virginia, es nativa del este de América del Norte y se introdujo en Europa durante el siglo XVII. La fresa de playa o fresa de Chile, procede de las regiones montañosas del hemisferio occidental. La última especie se parece a la fresa silvestre común, en Europa central se dio origen por hibridación a las variedades europeas de frutos más gruesos llamados fresones.

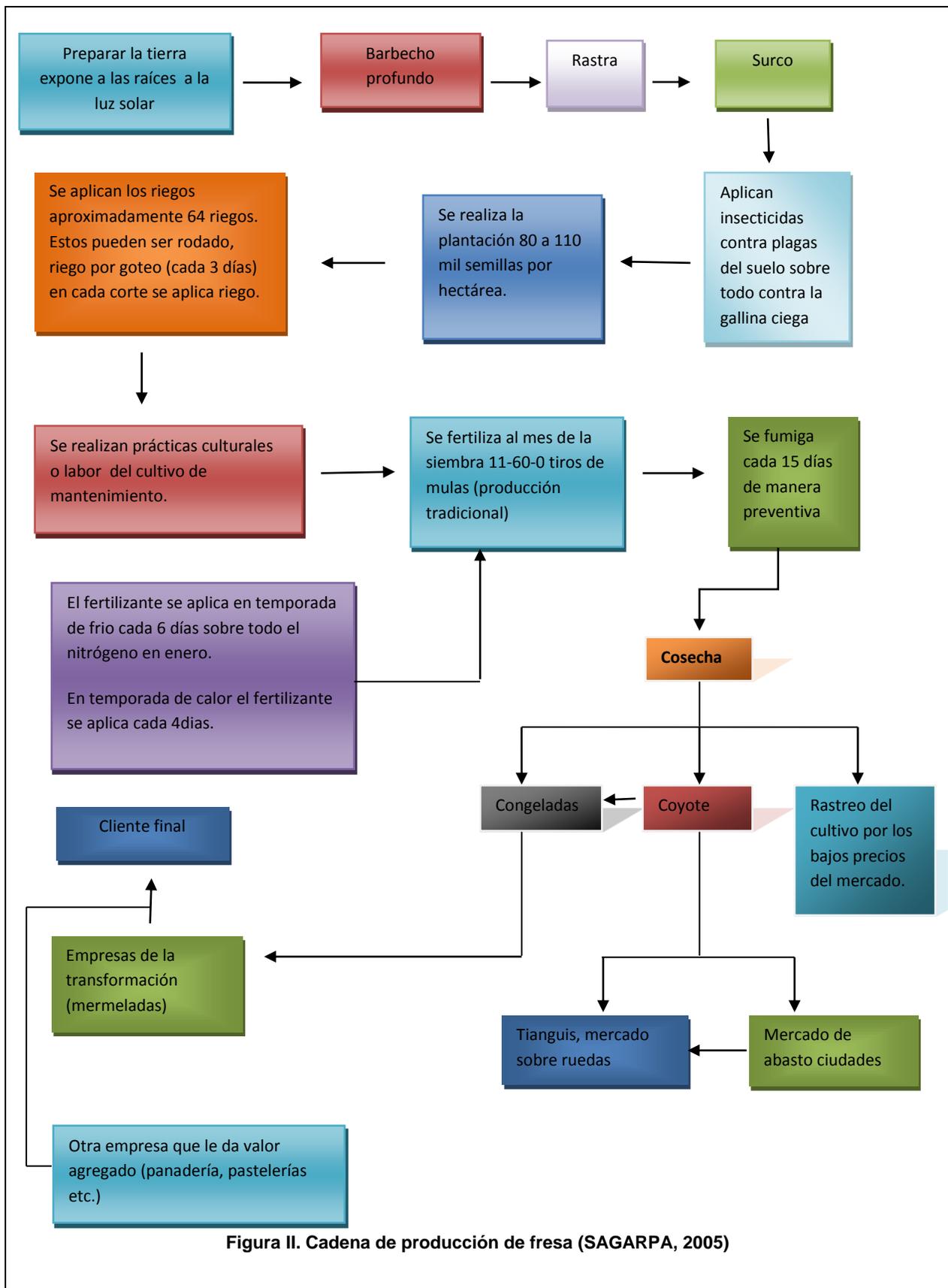
### 2.2.4 Características del fruto.

Las fresas en realidad no son frutas, sino el final alargado del estambre de la planta; cuenta con más de 200 semillas en su piel las cuales no constituyen el medio normal de reproducción del vegetal ya que este reproduce por medio de estolón (Institute of Food and Agricultural Science (IFAS) Agriculture Business Center, 2008). Estas "frutillas" pueden tener diferentes tamaños y forma, dependiendo de la variedad, los más comunes son: achatada, esférica-cónica y de cuello conuco alargado (Darrow, 1966). Se cosecha generalmente a mano, ya que es un fruto susceptible al daño, y su producción sigue el proceso señalado en la (figura II).

Después de la cosecha se recomienda llevarlas a bajas temperaturas lo más pronto posible ya que el fruto sin tratar solo cuenta con una vida de 2 o 3 días, esto por lo general se logra a través del aire forzado a 34°F, y después se recomienda mantenerlo en condiciones atmosféricas óptimas (90-95% HR, 5-10% O<sub>2</sub> y 15-20% CO<sub>2</sub>) y temperatura adecuada (0°C) para que el producto tenga una vida útil que oscile entre 7-10 días (Siller-Cepeda *et al*, 2002).

La fresa se caracteriza por tener sabores dulce ácidos, debido a que cuenta con una variedad de azúcares y ácidos orgánicos, cuya concentración oscila dependiendo de la variedad.





#### **2.2.4.1 Requerimientos climáticos:**

Aunque la frutilla por su centro de origen prefiere climas frescos, se adapta a los ambientes más diversos, desde los subárticos y subtropicales a las zonas cálidas desérticas y desde el nivel del mar a las elevadas latitudes del continente americano.

Se cultiva en zonas desde 1200 hasta 2500 m.s.n.m (ingeniería agrícola; 2008).



#### **2.2.4.2 Requerimientos del suelo:**

La frutilla se adapta a suelos de diversas características, pero se desarrolla en forma óptima en aquellos con textura franco-arenosa o areno-arcillosa. En el caso de suelos arenosos se debe disponer de la humedad suficiente.

El pH óptimo es de 6.5 a 7.5, aunque en suelos con pH de 5.5 a 6.5, no presenta problemas.

Idealmente, el suelo debe tener altos niveles de materia orgánica entre 2 y 3%.



Se deben evitar los suelos salinos, con concentraciones de sales que originen conductividad eléctrica en extracto saturado superiores a 1 mmhos/cm, ya que, niveles superiores pueden originar disminución en la producción.

Además, es muy sensible a la presencia de cal (carbonato de calcio), sobre todo a niveles superiores al 6%, desarrollando una clorosis consecuente (ingeniería agrícola; 2008).

### **2.2.4.3 Épocas de siembra.**

La fresa se puede sembrar en cualquier mes del año. Sin embargo, las pruebas realizadas indican que lo más conveniente, para todas las zonas de producción, es sembrar en los primeros meses de la época lluviosa: mayo, junio y julio. De esta forma, la planta alcanza un buen desarrollo y empieza a producir en los primeros meses de la época seca: noviembre y diciembre, con lo que se logran dos objetivos importantes: tener una planta bien desarrollada para el inicio de la producción y obtener la mayoría de la cosecha en época seca y con la mejor calidad, cuando el mercado internacional presenta los mejores precios para fruta fresca. Si se siembra durante la estación seca, la producción se obtiene en la época lluviosa, por lo que se presentan mayores problemas fitosanitarios en la planta y en la fruta, además disminuye la producción y la fruta se ensucia.

### **2.2.5 Principales variedades.**

Existe gran cantidad de variedades de fresa. En Costa Rica, los mejores resultados se han obtenido con las variedades de la Universidad de California. La variedad Tioga fue la primera sembrada comercialmente; posteriormente fue sustituida por la variedad Douglas que produce frutas de gran tamaño y resistencia, de mayor producción y más tempranera. En 1984 se introdujo la variedad Chandler que es una selección de Douglas, con la particularidad de que su fruta es más uniforme, con menor grado de deformaciones, de menor tamaño pero de mejor calidad. En el primer año de cultivo en Costa Rica, esta variedad mostró ser muy resistente, con gran capacidad de recuperación después de producciones fuertes y menos susceptible al ataque de ácaros, principal plaga del cultivo, que la Douglas. La Universidad de California señala la variedad Chandler como la más productora de todas las que ha producido esta institución.

Todas estas variedades mencionadas son conocidas como plantas típicas de día corto, esto es que su producción de fruta se estimula cuando los días son de menos de 12 horas de luz. Últimamente, la Universidad de California está investigando y obteniendo variedades seleccionadas a partir de una especie de fresa que no responde al fotoperiodo. En 1984, se introdujo en Costa Rica la variedad Brighthon de día neutro, con resultados muy prometedores, ya que la cosecha se adelanta hasta en dos meses a las variedades tradicionales de día corto. En 1985, se introdujo al país la variedad Selva que tiene un comportamiento intermedio entre día corto y día neutro, produce una fruta de excepcional tamaño y gran calidad y que según los mejoradores de la Universidad de California, en los próximos años junto con la variedad Chandler, dominarán el mercado mundial de fruta fresca.



**2.2.5.1 Variedad Tioga:** Su adaptación es excelente. Es la de mayor distribución mundial pero casi no se siembra en Costa Rica. La producción anual depende mucho del manejo y época de siembra. Normalmente está entre 30 y 60 toneladas/ha, y entre el 50 y 60% de la fruta cumple las normas de exportación. Es una variedad un poco tardía ya que alcanza la máxima producción a los siete meses si la planta es importada; si es nacional, su máxima producción es a los cuatro meses.

El tamaño del fruto es grande. Los primeros frutos tienen un tamaño de 12-14 gramos. El tamaño promedio para Costa Rica es 8-10 gramos. La fruta es muy sólida y resiste bien el transporte.

**2.2.5.2 Variedad Douglas:** Su adaptación al país es muy buena. Es una selección de Tioga Turf con gran aceptación en el mercado. Es la más cultivada en Costa Rica. La producción anual está entre 30 y 50 toneladas. Con buen manejo y época de siembra adecuada, la producción puede aumentar considerablemente. Entre 60 a 70% de la fruta, cumple con las normas de exportación si recibe un buen manejo. En cuanto a precocidad es más temprana que Tioga; su producción máxima se adelanta quince días en relación a la Tioga. El tamaño del fruto es muy grande. Los primeros frutos son de 20 gramos o más. El peso promedio está entre 14 y 16 gramos. El fruto, a pesar de su tamaño resiste muy bien el manejo y transporte.

**2.2.5.3 Variedad Selva:** Su adaptación es muy buena. Por sus características de diámetro produce bien a diferentes altitudes. Es muy precoz. La planta importada se adelanta hasta sesenta días a las variedades de día corto. El tamaño del fruto es grande. El peso promedio en Costa Rica es de 12 a 14 gramos. Este fruto es más resistente que Chandler. Entre 70-80% de su fruta, califica para exportación.

**2.2.5.4 Camarosa.** Fruto grande, muy precoz, de color rojo brillante externamente, interior muy coloreado y de buen sabor y firmeza, muy vigorosa, de hoja de color verde claro, de forma piramidal, larga, muy regular en toda la temporada, con un promedio de peso superior a los 26 gr., esto ayuda que la cosecha sea más fácil, rápida y por consecuencia con menor costo; se recomienda una densidad de plantación de 6 plantas/m<sup>2</sup>.

Es sensible a enfermedades fungosas como "Oidium", en especial en climas lluviosos y calurosos, por lo que hay que prestar atención a



prevenir con aplicaciones de pesticidas a tiempo, y plantar a mayor distancia. Se puede plantar en otoño y verano, respondiendo con una producción temprana dependiendo del clima.

Se recomienda preparar muy bien el suelo, debe quedar suelto, para permitir buena aireación radicular, en esto es más exigente que otras variedades. Se obtienen rendimientos superiores a 1 kg por planta, lo que unido a la calidad de su fruto, la hacen una de las más solicitadas para la venta en fresco y para la agroindustria. Camarosa con altas temperaturas deja de producir, no así Aromas y Diamante.

**2.2.5.5 Oso Grande:** De color rojo anaranjado, calibre grueso y buen sabor, la planta es vigorosa y de follaje oscuro cuyo inconveniente es la tendencia del fruto al rajado. No obstante presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco. En zonas de invierno frío, el trasplante se realiza durante el verano para la producción en el año siguiente, se aconseja una densidad de plantación de 6 - 7 plantas/m<sup>2</sup> colocadas en camellones cubiertos de plástico, con riego localizado y líneas pareadas.

**2.2.5.6 Chandler:** Es una planta semi-erecta, de tamaño medio, hojas de color verde pálido. Posee buena capacidad para producir coronas. Se adapta bien a una gran diversidad de condiciones edafoclimáticas y tiene un alto potencial de producción.

El fruto tiene buen tamaño, es firme, buen sabor y color rojo por dentro. En determinadas condiciones climáticas la maduración es incompleta, quedando el ápice de la fruta de color verde o blanco. Presenta una leve tendencia a oscurecerse con mejor resultado en plantaciones de verano, aunque si se planta en otoño temprano, en lugares costeros de temperaturas tibias en invierno, se comporta muy bien. Muy cotizada por la agroindustria por sus cualidades organolépticas, con buen equilibrio azúcar – acidez, es por ello que esta variedad es especialmente apropiada para la industria del congelado.

**2.2.5.7 Pájaro:** Planta de poco desarrollo, sensible a Viruela, Phythophtora, Botrytris y Oídio, es de regular capacidad para producir coronas. No es muy productiva.

El fruto se destaca por su calidad, es firme, ligeramente alargado, color rojo brillante y su interior también es rojo. De buen sabor, es una de las variedades de mayor aceptación en el mercado internacional.



Recomendada especialmente para plantaciones de verano en zonas de inviernos fríos. En la costa se la puede plantar en Abril o Mayo, se adapta bien a plantaciones de alta densidad y presenta buena polinización (ingeniería agrícola, 2008).

### **2.2.6 Propagación de la planta.**

Aunque la planta de fresa es perenne, como cultivo se considera anual, o sea que se renueva todos los años. Por ser una planta híbrida, no se utilizan sus semillas para propagarla. Su sistema de crecimiento y formación de nueva coronas y estolones, permite una propagación vegetativa rápida y segura.

Si se utilizan las coronas, se arrancan plantas de 6 meses o más y se dividen en secciones. De una sola planta se puede obtener entre 5 y 6 plantas hijas y se debe procurar que cada sección tenga sus propias raíces.

La forma más corriente de propagar este cultivo es por medio de estolones. Utilizando este sistema, con un buen material como planta madre y sembrando en la época adecuada, de una sola planta se pueden obtener hasta 100 plantas hijas.

### **2.2.7 Siembra.**

Se puede sembrar en eras o en lomillos. Sin embargo, por el tipo de tecnología que se aplica al cultivo, como es la utilización de coberturas y riego, lo más recomendable es hacerlo en eras de 70 a 80 cm de ancho y de 20 cm de altura. En cada era se colocan dos hileras de plantas, separadas 40 cm entre sí y las plantas a 30 cm. Con este sistema se obtiene una densidad entre 50.000 y 55.000 plantas por hectárea. La separación entre eras debe ser de por lo menos 40 cm. La planta debe sembrarse a una profundidad tal que el cuello de la raíz quede a nivel de suelo, de manera que no queden raíces expuestas ni la corona enterrada.

### **2.2.8 MANEJO DE PLANTACIÓN.**

#### **2.2.8.1 Coberturas de suelo.**

Consiste en cubrir las eras con algún material que impida que la fruta tenga contacto directo con el suelo. La cobertura a su vez, cumple otras funciones importantes como:

- Evitar el crecimiento de malezas.
- Aumentar la retención de humedad en el suelo.
- Evita el salpique de agua lo que disminuye los problemas de enfermedades.

Existen diferentes materiales que se pueden utilizar como coberturas; entre ellos: la granza de arroz, el aserrín, la paja de gramíneas y el polietileno, de diferente color y grosor.



Se prefiere el polietileno negro, de 0,2 a 0,4 mm de grosor con aditivo para evitar el daño de los rayos ultravioleta, ya que tiene las siguientes ventajas:

- Ejerce un eficiente combate de malezas.
- Aumenta la temperatura del suelo
- Tiene una vida útil de más de un año en el campo.

Presenta el inconveniente de que a veces produce calentamiento excesivo, quemando frutas y hojas polietileno se coloca sobre la era, una vez que ésta se ha preparado totalmente, inclusive con la aplicación de fertilizantes e insecticidas de suelo.

Se tensa bien y se prensa a ambos lados de la era con la misma tierra o con grapas de alambre galvanizado. Una vez colocado, se marca la distancia de siembra y se abren huecos de unos 10 cm de diámetro en cada punto, donde van las plantas.

#### **2.2.8.2 Riego.**

El riego es un factor fundamental en la producción de fresa, La principal cosecha se inicia en noviembre o diciembre y la planta se mantiene en producción durante toda la época seca; por eso para aprovecharla es determinante contar con un adecuado sistema de riego. Debido al uso de coberturas de suelo, sólo se utilizan los sistemas de riego por aspersión o por goteo.

Cuando es por aspersión, se prefieren aspersores pequeños y de gota fina para no afectar la floración. El sistema de riego por goteo que ha dado mejores resultados es el de manguera tipo "by wall" con doble pared y con salidas de agua cada 25 cm. Con este sistema basta una sola manguera por cada era de 70 cm de ancho.

#### **2.2.8.3 Fertilización.**

En general, se considera que la planta de fresa no es muy exigente a la fertilización. Existen resultados indicadores de que no hay respuesta a la aplicación de fertilizantes al suelo.

En suelos nuevos, que han estado con pastos, no es necesario fertilizar el primer año. Aplicaciones de fósforo, potasio y elementos menores, no han dado resultados. La adición de nitrógeno en estas condiciones, provoca en gran desarrollo vegetativo que retrasa la cosecha; en suelos con varios ciclos de siembra y sobre todo con pendientes pronunciadas, hay respuesta a la aplicación de nitrógeno en cantidades moderadas.

#### **2.2.8.4 Poda.**

Por el tipo de crecimiento de la planta de fresa, la producción constante de tallos hace que la planta tome una forma de macolla en donde se acumula gran cantidad de hojas y ramas muertas, consecuencia también del calor producido por la cobertura de polietileno negro. Esta hojarasca retiene humedad que facilita el



ataque de hongos a la fruta y además dificulta la aplicación de plaguicidas, por lo que es necesario eliminarla mediante una poda de limpieza.

La poda debe realizarse después de los ciclos fuertes de producción; se quitan los racimos viejos, hojas secas y dañadas y restos de frutos que quedan en la base de la macolla. Se debe tener cuidado de no maltratar la planta y no se debe podar antes de la primera producción. Al aumentar la penetración de luz a las hojas, así como la ventilación, se acelera la renovación de la planta, facilita la aplicación de plaguicidas y previene el ataque de hongos en la fruta.

## 2.2.9 Valor nutricional de la fresa.

Es importante recalcar en este apartado la importancia que tiene la fresa desde el punto de vista nutrimental y las aportaciones que esta le pueda brindar al hombre, la fresa cuenta con una variedad de micronutrientes funcionales como lo muestra la (Tabla III ) como lo son: la vitamina C, folato y fibra, además de una serie de fitonutrientes como las elagitaninas y quercitina que tienen efectos preventivos contra enfermedades cardiovasculares, cáncer y pérdida cognoscitiva (Ross, *et al.* 2007, Mertens-Talcott *et al.* 2006, Seeram 2006) mientras que las antocianinas, responsables de su coloración rojas, son eficientemente absorbidas por el cuerpo y tienen efectos antioxidantes (Oregon State University OSU 2008), por lo que gracias a estos efectos los compuestos muestran una acción preventiva contra enfermedades cardiovasculares e infartos, inhiben el crecimiento de tumores y tienen efectos anticancerígenos; algunos otros son utilizados para mejorar la agudeza visual y tratar desordenes circulatorios, diabetes y úlceras, además de que tienen propiedades anti inflamatorias aparte de la actividad antiviral y antimicrobiana (Wrolstad, 2001).

**Tabla III. Micronutrientes funcionales de la fresa (Adaptado de OSU, 2008)**

<b><u>Substancia</u></b>	<b><u>unidad</u></b>	<b><u>Cantidad</u></b>	<b><u>Beneficio</u></b>
<b>Alanina</b>	µg/g	310	AA (aminoácido) componente de proteínas.
<b>Acido linoleico</b>	alfa- µg/g	780	Ácido graso Omega 3 encontrado en sus semillas.
<b>Alfa-Caroteno</b>	µg/g	0.05	Carotenoide, similar al beta-caroteno para transformarse en vitamina A, antioxidante en anti cancerígeno
<b>Alfa-tocoferol</b>	µg/g	1.4	Vitamina E, antioxidante
<b>Antocianina</b>	µg/100g	450-1000	Antioxidante protege membranas
<b>Arginina</b>	µg/g	260	AA, puede afectar las funciones inmunológicas
<b>Ácido ascórbico</b>	µg/g	567	Vitamina C, antioxidante



<b>Boro</b>	µg/g	1-160	Posible rol en el mantenimiento de huesos y puede necesitarse para funciones de la membrana
<b>Ácido cafeico</b>	µg/g	2	Antioxidante
<b>Calcio</b>	µg/g	140	Mantiene los huesos y dientes, involucrado en neurotransmisión y contracción en músculos.
<b>Cromo</b>	µg/g	0.005-0.18	Trabaja con la insulina para regular el nivel de azúcar en la sangre
<b>Ácido Coumarico</b>	µg/g	14-27	Antioxidante
<b>Ácido Elágico</b>	µg/g	570	Anti cancerígeno
<b>Ácido ferulico</b>	µg/g	2	antioxidante
<b>Fibra</b>	µg/g	23	Ayuda a reducir el colesterol
<b>Flavonoides</b>	µg/g	35-79	Antioxidante, incluye quercitina y kaempferol.
<b>Ácido fólico</b>	µg/g	0.18	Necesarios para la formación de células rojas, división celular y síntesis de proteínas.
<b>Acido gálico</b>	µg/g	8-121	antioxidante
<b>Histidina</b>	µg/g	120	AA esencial
<b>Yodo</b>	µg/g	0.157-0.23	Necesario para el funcionamiento correcto de las tiroides
<b>Hierro</b>	µg/g	3.8	Constituyente de la hemoglobina, ayuda a transportar oxígeno en el cuerpo y previene la anemia.
<b>Isoleucina</b>	µg/g	140	AA esencial
<b>Leucina</b>	µg/g	310	AA esencial
<b>Lutenina</b>	µg/g	0.3-3	Carotenoide, importante para la visión
<b>Lisina</b>	µg/g	250	AA esencial
<b>Magnesio</b>	µg/g	100	Necesarios en los sistemas enzimáticos involucrados en la formación de huesos, producción de energía y metabolización.
<b>Metionina</b>	µg/g	10	AA esencial
<b>Ácido pantoténico</b>	µg/g	3.4	Importante en el metabolismo del nervio y cerebro
<b>fosforo</b>	µg/g	190	Mantiene huesos y dientes fuertes
<b>Riboflavina</b>	µg/g	0.7	Libera energía de los alimentos, necesarios para tener piel y ojos sanos.
<b>Ácido salicílico</b>	µg/g	13.6	Puede ayudar a reducir el



			riesgos de coágulos en la sangre y enfermedades cardiovasculares
<b>selenio</b>	µg/g	0.007	Antioxidante, protege a la vitamina E
<b>Silicón</b>	µg/g	10-270	Puede ser importante en la estructura y crecimiento de los suelos
<b>Tiamina</b>	µg/g	0-2	Necesarias para liberar la energía de los alimentos y el funcionamiento del sistema nervioso
<b>treonina</b>	µg/g	190	AA esencial
<b>triptófano</b>	µg/g	70	AA esencial
<b>Valina</b>	µg/g	180	AA esencial
<b>Vitamina B-6</b>	µg/g	0.6	Importante en el metabolismo de proteínas y grasas
<b>zinc</b>	µg/g	0.33	Importante en la síntesis de proteínas, cicatrización y crecimiento.

### 2.2.10 Producción mundial de la fresa.

Actualmente el mayor productor de fresa en el mundo es Estados Unidos de América, como lo indican datos emitidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el año 2001 (tabla IV). En ese año, la producción de la frutilla en EUA alcanzó la cifra de 760,000 toneladas métricas. Con este volumen de producción, Estados Unidos supera en una proporción mayor al doble al segundo productor de fresa en el mundo que es España, país que en el mismo año alcanzó un volumen de producción de 326,000 toneladas métricas.

México resulta ser el séptimo productor mundial de fresa con un monto total de producción en el año 2001 de 130,688 toneladas métricas, lo cual representa solamente el 17.2% de lo que es capaz de producir Estados Unidos.

Además, dentro del entorno mundial, México es superado en monto de producción de fresa además de Estados Unidos y España, por países como Polonia cuya producción ascendió a 242,118 en el año 2001, Japón, con 208,600 toneladas métricas, Italia con 184,314 toneladas métricas y República de Corea con 175,000 toneladas métricas.



Otros países productores de fresa en el mundo son Turquía, Alemania y Marruecos, que en el año de referencia alcanzaron volúmenes de producción de 117,000; 110, 100 y 90,000 toneladas métricas respectivamente.

Tabla IV. Producción mundial de fresa, principales productores (toneladas métricas).

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Estados unidos</b>	738,354	743,750	831,258	862,828	749,510	855,290	944,740
<b>España</b>	273,734	308,300	377,527	344,867	314,079	328,700	262,500
<b>Polinia</b>	162,509	149,858	178,211	171,314	242,118	153,083	131,332
<b>Japón</b>	200,000	181,100	203,100	205,305	208,600	210,500	20,800
<b>Italia</b>	161,557	178,000	185,852	195,661	183,314	150,890	154,826
<b>Republica de correa</b>	151,199	155,521	152,481	180,501	202,966	209,938	209,938
<b>México</b>	98,398	118,805	137,736	141,130	130,688	142,245	150,261
<b>Turquía</b>	110,000	120,000	128,000	130,000	117,000	145,000	145,000
<b>Alemania</b>	78,877	81,545	109,194	104,276	110,130	105,297	95,278
<b>Mundial</b>	2,756,060	2,860,516	3,143,062	3,252,002	3,166,449	3,200,308	3,198,689

FUENTE: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA (FAO-STAT).

A continuación se muestra en la (figura III) un esquema más reciente de la producción mundial de fresa, en la que se ilustra gráficamente como México se localiza en el 8° de producción y Estados Unidos se mantiene en la 1°; México desciende de 7° al 8° lugar de producción.

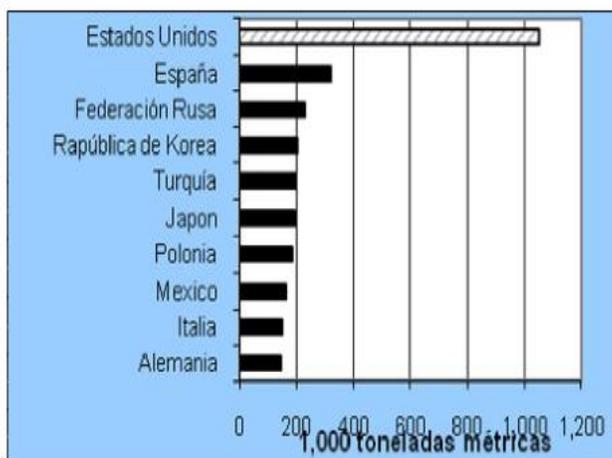


Figura III. Principal producción de fresa a nivel mundial. (Roberts, 2005)



### 2.2.10.1 Comercio de la fresa en el mundo.

Actualmente la fresa representa un mercado de casi 3 millones de toneladas métricas con un valor de exportación de más de un billón dólares de a nivel mundial, donde México figura como 8° (figura III) productor y el 3° exportador (figura IV) de esta fruta con una participación de poco más de 87 millones de dólares en 2005 o 52 mil toneladas métricas de las 162 mil producidas (Roberts 2005). De este volumen, el 95% se exporta a Estados Unidos (SAGARPA, 2005) y que para el 2007, de acuerdo al reporte del servicio de información Agroalimentario y pesquero o SIAP (2008), tuvo un incremento para un total de fresa exportada de más de 124 millones de dólares.

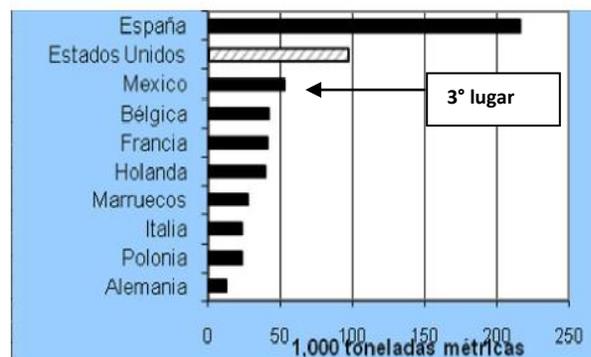


Figura IV. Principales exportadores de fresa a nivel mundial. (Roberts, 2005)

Dentro de la república mexicana (figura V), los principales productores de fresa son: el estado de Michoacán, Guanajuato y Baja California, donde el primero de los mencionados se le considera la entidad con mayor participación, ya que cuenta con el 51% de la superficie sembrada, el 55% en cosecha y el 52% en la producción (Anónimo 1998).

Figura V. Principales estados productores de fresa en México (SAGARPA, 2005).



### 2.2.11 Fisiología y maduración de la fresa.

La respiración es un proceso metabólico fundamental tanto para el producto recolectado como en el vegetal vivo. Puede describirse como la degradación oxidativa de los productos más complejos normalmente presentes en la células, como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos a moléculas más simples como, el dióxido de carbono y el agua con la consiguiente liberación de energía y otras moléculas que pueden ser utilizadas para las reacciones sintéticas celulares.

En la respiración se encuentran 3 fases: descomposición de polisacáridos en azúcares simples, la oxidación de azúcares simples en ácido pirúvico y la transformación aeróbica de pirúvico y otros ácidos orgánicos en CO<sub>2</sub>, agua y energía (Pantastico, 1975). La figura VI muestra alguna de estas reacciones.

Por otro lado la maduración es una parte fundamental en los frutos, se puede interpretar como el resultado de una red compleja de cambios, muchos de los cuales ocurren independiente uno del otro ver (tabal V). En otros términos este proceso transforma una fruta fisiológicamente madura pero aun no comestible en una con sensación organoléptica satisfactoria marcando de esta manera el fin del desarrollo de una fruta y el principio de su senescencia (Wills *et al*; 1982).

Cambios ocurridos durante al maduración de frutos
Maduración de las semillas
Cambios de color
Desprendimiento de la planta madre
Cambios en la tasa de respiración
Cambios en la tasa de producción de etileno
Cambios en la permeabilidad del tejido
Ablandamiento. Cambios en la composición de sustancias pécticas
Cambios en la composición de carbohidratos
Cambios en los ácidos orgánicos
Cambios en las proteínas
Producción de volátiles (sabor)
Desarrollo de la piel cerosa

Tabla V cambios que pueden ocurrir durante la maduración (Adaptado de Wills *et al*; 1982)

La respiración puede tener lugar en presencia de oxígeno (respiración aeróbica) o en ausencia (respiración anaeróbica). La velocidad a la que transcurre la respiración de un producto constituye un índice de la actividad metabólica de sus tejidos y una guía útil de su vida comercial.



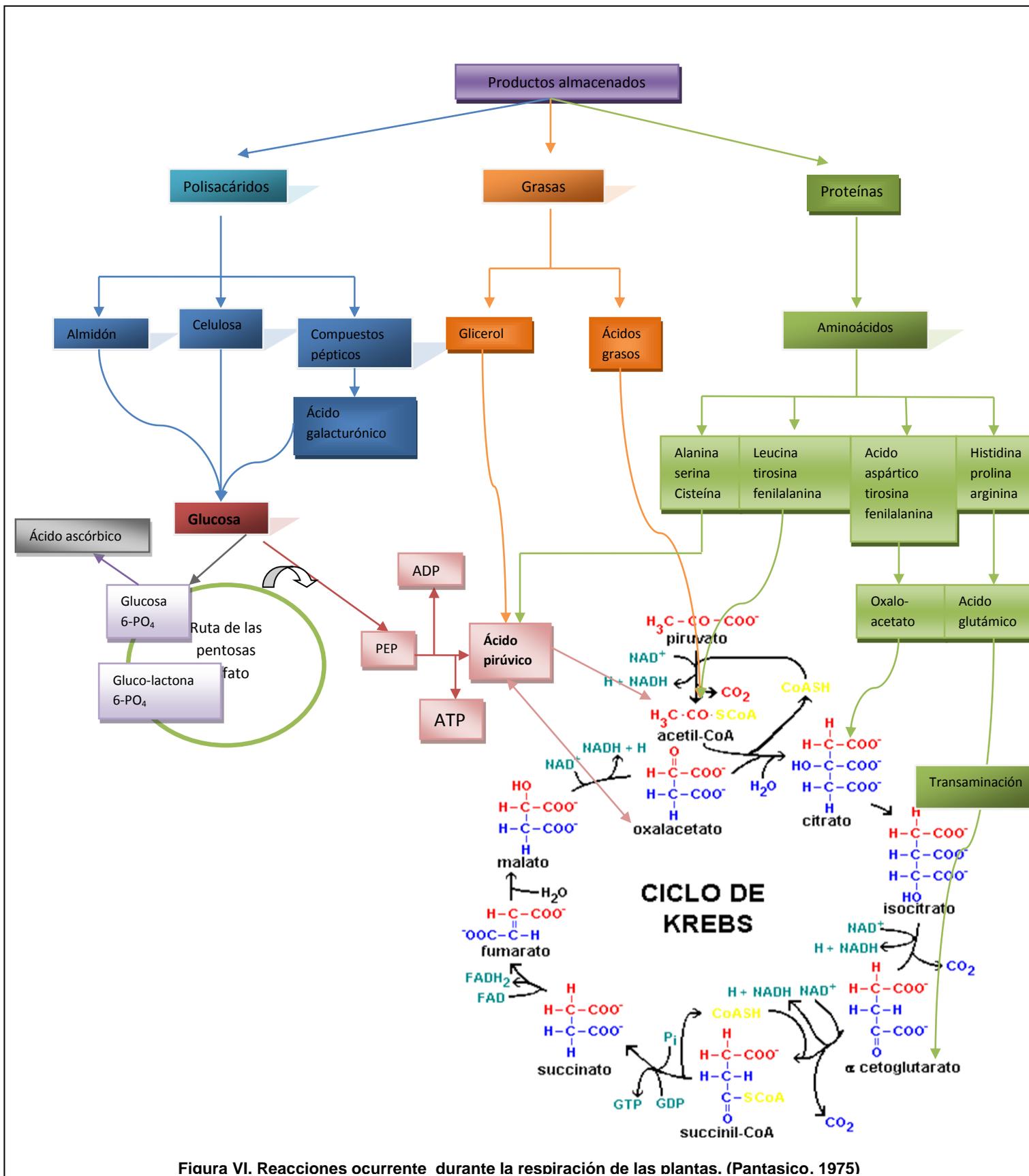
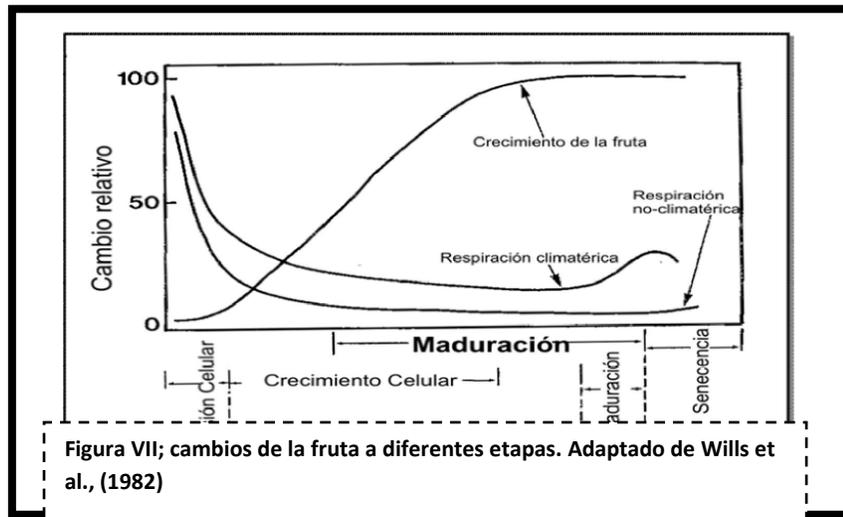


Figura VI. Reacciones ocurrente durante la respiración de las plantas. (Pantastico. 1975)



Un grupo significativo de frutas entre los que se incluye el plátano, el mango y la manzana, al igual que el tomate, muestra una variante del esquema descrito, en cuanto que la actividad respiratoria aumenta de modo muy acusado durante la maduración organoléptica. A este incremento de la actividad respiratoria se le adjetiva de climatérico y al grupo de frutos de frutos que lo ofrecen se les clasifica como frutos climatérico ver figura VII.



Aquellas frutas que como, la piña, la fresa o los cítricos, no exhiben un fenómeno de esa naturaleza son clasificadas como no climatéricas y aunque manifiestan la mayor parte de las transformaciones características de la maduración organoléptica estas transcurren a un ritmo más lento.

En la tabla VI se clasifican algunas frutas en climatéricas y no climatéricas. De acuerdo a la misma, la fresa es una fruta no climatérica, esto es que no solo no tiene una rápido incremento en la tasa de respiración durante la maduración (figura VII), sino también que no presenta, en algún punto de su línea de desarrollo, un ascenso en la tasa de respiración, con un ascenso análogo en la producción de etileno.

Tabla VI. Clasificación de algunos frutos comestibles de acuerdo con el comportamiento de su respiración durante la maduración organoléptica.

Frutos climatéricos	Frutos no climatericos
Manzanas ( <i>Malus sylvestris</i> )	Vaccinio ( <i>Vaccinium corymbosum</i> )
Albaricoques ( <i>Prunus armeniaca</i> )	Cereza: dulce ( <i>Prunus avium</i> )
Aguacate ( <i>Persea americana</i> )	Cereza: amarga ( <i>Prunus cerasus</i> )
Platano ( <i>Musa sp.</i> )	Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> )
Chirimoya ( <i>Annona cherimolia</i> )	Uva ( <i>Vitis vinífera</i> )
Uva espina china ( <i>Actinidia chinensis</i> )	Limón ( <i>Citrus limonia</i> )
Feijoa ( <i>Acca sellowiana</i> )	Piña ( <i>Ananas comosus</i> )
Higos ( <i>Ficus carica</i> )	Mandarina batsuma ( <i>Citrus reticulata</i> )
Mango ( <i>Magnifera indica</i> )	<b>Fresa (<i>Fragaria sp.</i>)</b>
Melón ( <i>Cucumis melo</i> )	Naranja dulce ( <i>Citrus sinensis</i> )
Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	Tamarillo ( <i>Cyphomandra betacea</i> )
Granadilla ( <i>Passiflora edulis</i> )	
Melocotón ( <i>Prunus pérsica</i> )	
Pera ( <i>Pyrus communis</i> )	
Palosanto ( <i>Diospyros Kakai</i> )	
Ciruella ( <i>Prunus sp.</i> )	
Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )	
Sandia ( <i>Citrullus lanatus</i> )	

<sup>1</sup>De McGlasson, W.B.; Wade, N.L.; y adato, I, Phytohormones and fruit ripening. Letham, D.S.; Goodman, P.B.; Higgins. T.J.V. eds. Phytohormones and related compounds: a com-prehensive treatise. Vol 2, Amsterdam: Elsevier; 1978: 447-93.conpermiso.

Debido a que la fruta continua su respiración después de su cosecha, los cambios físico-químicos avanzan, terminando en la senescencia y la muerte del fruto. El estudio y prolongación del tiempo en que se dan dichos cambios es muy importante para la prolongación de la vida anaquel.

Los cambios que se dan, se pueden generalizar en un decaimiento en la cantidad de almidón que, por su desdoblamiento debido a una actividad enzimática, culmina en un en la cantidad de azucares del sistema (Potter, 1986).

La textura durante la maduración se ve afectada en tres niveles: molecular, celular y orgánico. En el nivel molecular, la naturaleza química de la pared celular e interacción entre los biopolímeros que la constituyen son factores determinantes de la textura. En la senescencia y desarrollo de la planta, la modificación de dichos polímeros resulta en cambio contribuyentes a las propiedades de texturas percibidas.



Estos cambios pueden llevar a deteriorar la textura y palatabilidad de la fruta que resultan ya sea en ablandamiento o en endurecimiento, y aunque no se ha llegado a concluir con exactitud el mecanismo, es generalmente aceptado que los cambios enzimáticos en la pared contribuyen a la textura del producto final (Van Dijk y Tijskens, 2000).

Otro factor importante en el cambio de textura es la disminución en la cantidad de pectina insoluble en agua, correspondiente en un aumento en pectina soluble en agua, esto contribuye al ablandamiento gradual de los vegetales. De manera adicional, la viscosidad del gel de pectina se ve afectada por los ácidos y los azúcares, los cuales cambian su concentración con la maduración.

La reducción de la cantidad de ácidos orgánicos de las frutas durante el almacenamiento y maduración influye también de manera importante en la textura. En consecuencia, debido a la susceptibilidad de la mayoría de los pigmentos, el color cambia conforme al contenido de ácido (Potter, 1986).

En el caso de la fresa esta pigmentación está dada por las antocianinas, que son un grupo de compuestos solubles en agua, perteneciente a los flavonoides y responsables de los colores brillantes como naranja, rojos y azules. En estos compuestos un aumento en el grado de hidroxilación da una coloración azul, mientras que la formación de glicósidos y metilación resultan en colores rojos; esto es, el color de las antocianinas cambia con el pH del medio como resultado del equilibrio establecido entre dos especies con color: el catión flavilium ( $AH^+$ ) y la base quinoidal (A); y dos sustancias incoloras, la pseudobase cardinal (B) y calcona (C), resultando en la hidratación  $AH^+$ ; así a pH's bajos el color es rojo, cercano a 7 es morado y para mayores de 7, azul intenso (Dorantes-Álvarez y Chiralt, 2000).



## 2.2.12 Plagas y enfermedades de la fresa.

Debido a que las fresas son extremadamente vulnerables al ataque de plagas y enfermedades, que además están conformadas por un gran número de microorganismos e insectos, su cuidado y manejo son complejos y constituyen un reto. Las infestaciones que afectan a la fresa pueden clasificarse de acuerdo a la (figura VIII) en insectos y arañas, enfermedades, nemátodos y maleza.

La mayoría de estas infestaciones son tratadas y eliminadas durante la pre-cosecha, sin embargo existen enfermedades que son de gran importancia en la post-cosecha y que no tiene un tratamiento químico (excepto fumigación con MeBr) para su erradicación y puede causar grandes pérdidas.

Como ya se mencionó anteriormente el manejo de infestaciones es muy complejo y los tratamientos químicos son los métodos más utilizados para el control de insectos, parásitos y enfermedades; donde el MeBr es el más usado debido a su extrema efectividad en tratamiento pre-cosecha para fumigación de suelos y en los fitosanitarios post-cosecha. Sin embargo el llamado "Protocolo de Montreal", llevado a cabo en noviembre de 1992, establece que el uso de este químico deberá discontinuarse completamente para el año del 2015 debido a su capacidad para disminuir la cantidad de ozono atmosférico. Debido a esto se han empezado a estudiar métodos alternativos para el tratamiento de cultivos tomando en cuenta tanto la efectividad de estos como su impacto ambiental.

En el caso de la fresa existen tres tratamientos fitosanitarios oficiales de la USDA para el tratamiento de infestaciones, de los cuales dos son hidrotérmicos para la planta madre (tabla VII) y uno es químico para la fruta.

clave	Plaga objetivo	Metodología
<b>T-558-1</b>	<i>Pratylenchus spp.</i>	Inmersión en agua caliente a 127°F (52.78°C) por dos minutos
<b>T-569-1</b>	<i>Aphelenchoides fragariae</i>	Inmersión en agua caliente a 121°F (49.44°C) por 7 minutos.

**Tabla VII.** Tratamiento hidrotérmicos fitosanitarios oficiales para la fresa de la USDA. Adaptado de USDA, 2008.

Cabe mencionar que los tratamientos hidrotérmicos son únicamente para la eliminación de una enfermedad y un nemátodo, mientras que las demás plagas son eliminadas mediante fumigación con MeBr.



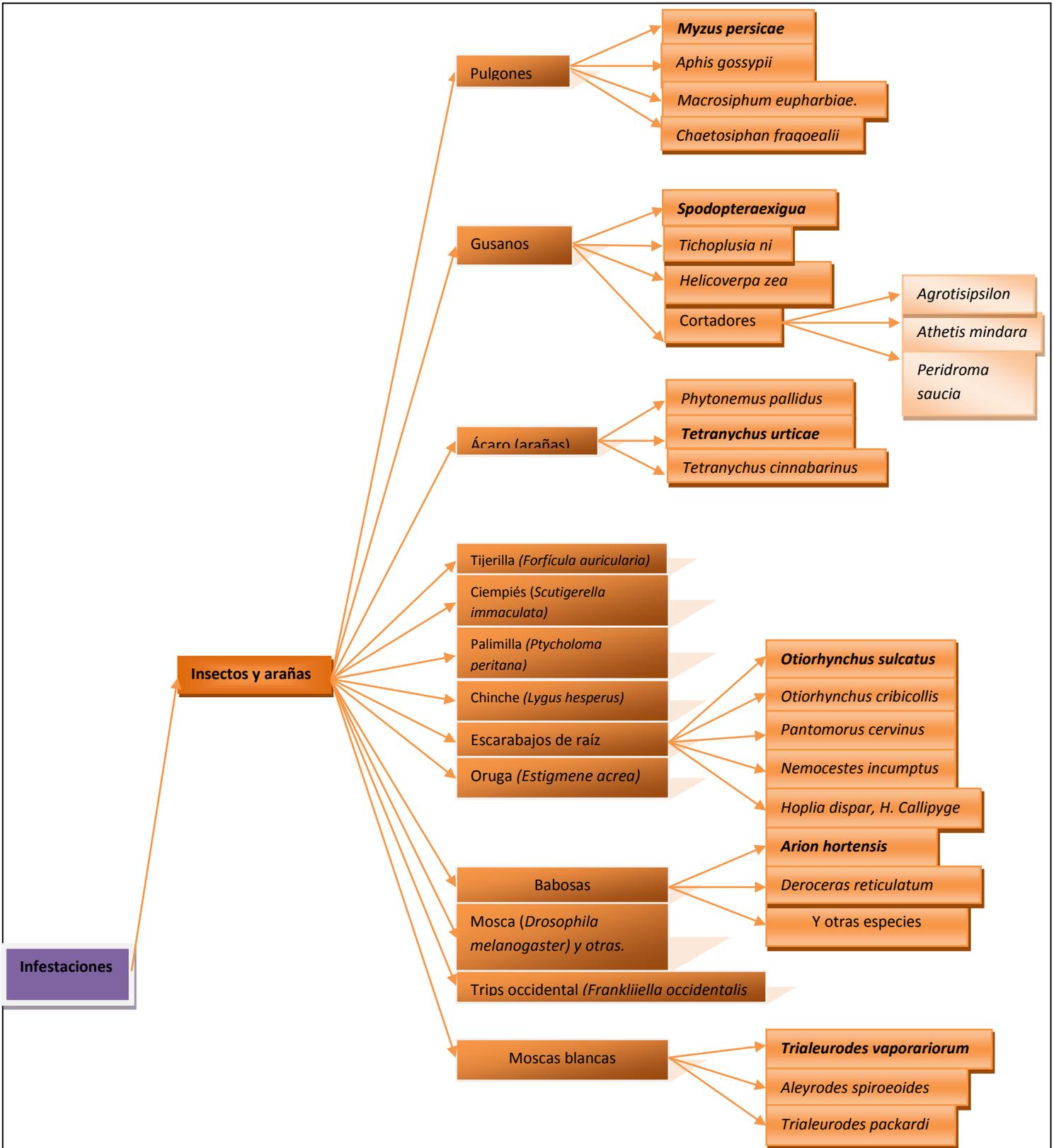


Figura VIII. Plagas que afectan a la fresa. Adaptado de UC Davis, 2005.



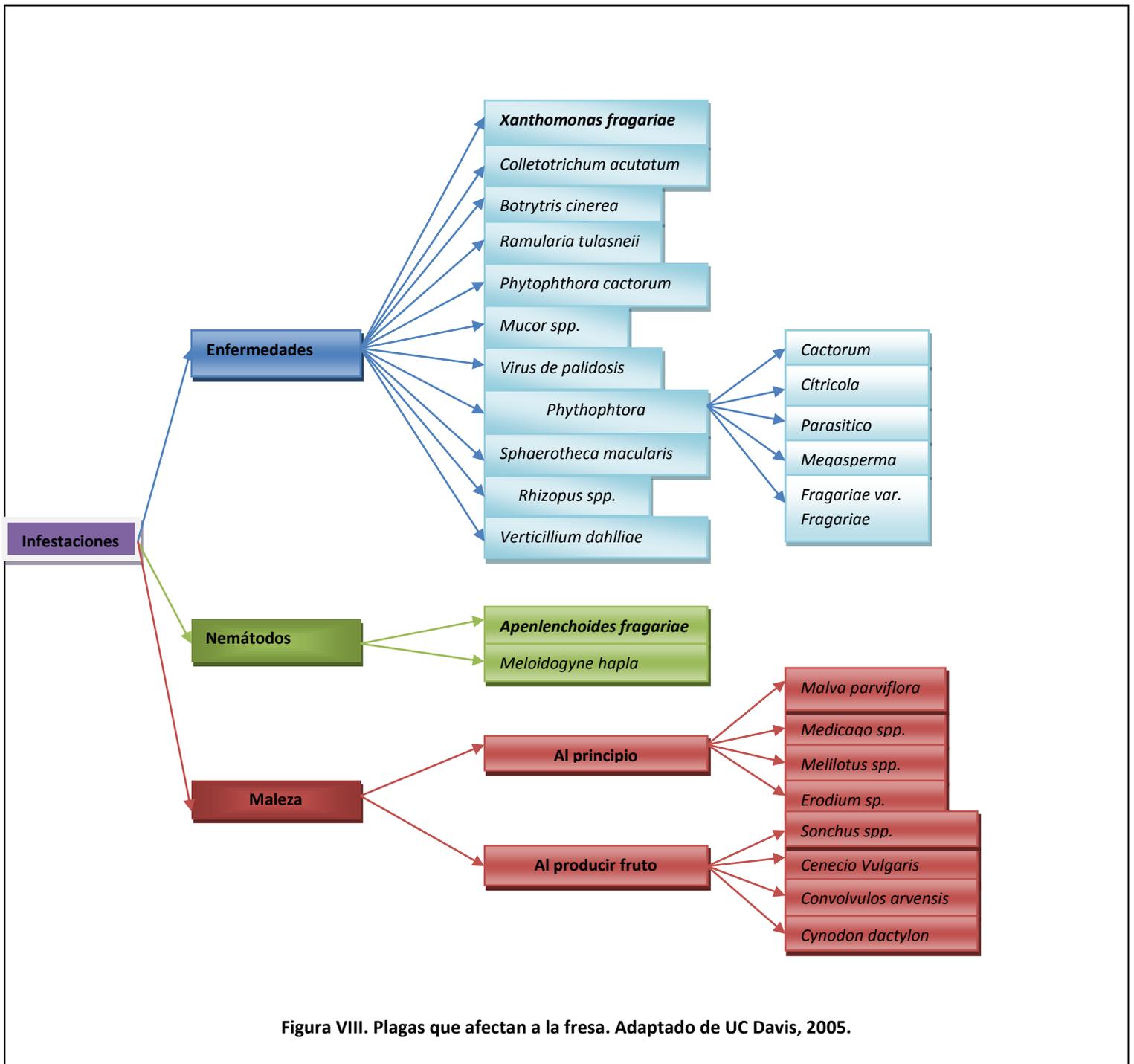


Figura VIII. Plagas que afectan a la fresa. Adaptado de UC Davis, 2005.



## 2.3 Lombricultura

Tineo (1991), define la lombricultura como: “la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautividad”; con la finalidad básica de obtener con ella dos productos de mucha importancia para el hombre: el humus como fertilizante, enmienda de uso agrícola y la proteína (carne fresca o harina), como suplemento para raciones de animales. Por lo tanto, todas las operaciones diversas relacionadas con la cría y manejo de lombrices, se le llama lombricultura.

En algunos países, a esta misma actividad se le conoce como vermicultura, lombri-cultivo y al material resultante de la des-composición por este anélido se le conoce como humus, lombrihumus, vermicompost, bio-compost y también bioabono (Pineda, José Arnold, 2006).

Las lombrices de tierra juegan un papel importante en la agricultura, ya que aumentan la calidad del suelo, es decir mejoran las características químicas, físicas y biológicas que hacen posible un adecuado desarrollo de las plantas (Chacón Díaz, Ana Gabriel, 1999).

### 2.3.1 Historia.

Se tiene conocimiento de que la lombriz empezó su evolución hace 700 millones de años, alcanzando su forma actual hace 500 millones de años y al principio de la era secundaria se diversifican en: lombriz de mar, agua dulce y tierra.

En la antigua Grecia, *Aristóteles* (322-384 A.C.); manifestó que las lombrices eran los intestinos del suelo y que contribuían a la fertilidad del mismo.

En Egipto, se les consideraba un animal valioso por contribuir a la fertilidad del suelo, al grado de castigar con la pena de muerte a la persona que exportara lombrices a otras tierras. Los Incas en el antiguo Perú, ya apreciaban la importancia de estas especies en las tierras de cultivo; incluso uno de los valles más fértil y sagrado para los Incas fue llamado Urumba, en honor a la lombriz, ya que es palabra compuesta de origen Quechua; Urur lombriz y bamba, valle (valle de lombrices).

Esta biotecnología prácticamente desconocida entre nosotros hace poco tiempo, se inició en EEUU, se extendió a Europa y finalmente hacia el resto del mundo; aplica normas y técnicas de producción utilizando las lombrices rojas californianas para reciclar residuos orgánicos biodegradables y, como fruto de su ingestión, los anélidos efectúan su deyección convertidas en el fertilizante orgánico más importante hoy disponible (La rioja, abril del 2002).



En Costa Rica, la Universidad Nacional, estableció los primeros cultivos de la especie *E. foetida* Sav., utilizándola en excretas de animales, basura domiciliaria y pulpa de café; investigadores como León, 1992, Gonzáles, 1994 y Fraile, 1994.

En Honduras, a través del Instituto Hondureño del Café, se introdujo en octubre de 1993, el híbrido *E. foetida* Sav., por el ingeniero Carlos Roberto Pineda; quién la trajo procedente de Colombia; con el propósito de utilizarla en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico y mitigar el impacto ambiental.

(Legall, 1993), menciona la lombricultura en Nicaragua y probablemente en estos mismos años se introdujo al resto de los países de Centro América, como una alternativa para el reciclaje de gran-des masas de desechos orgánicos.

### **2.3.2 Biología de la lombriz.**

La lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, su peso total lo constituye el agua en un 80 a 90%; presenta variaciones de colores debido a los pigmentos protoporfirina y éster metílico. Dicha pigmentación la protege contra la radiación de la luz ultravioleta; tiene forma cilíndrica, con secciones cuadrangulares, variando en cuanto a tamaño, de acuerdo a las especies de 5 a 30 cm de largo y su diámetro oscila entre 5 a 25 mm, variando el número de segmentos de 80 a 175 anillos.

En la actualidad se le está prestando mucha atención a su crianza, desarrollándose nuevos métodos debido a la importancia que tiene en la descomposición de los residuos orgánicos; usándose además como carnada en la pesca, alimento para especies domésticas, producción de humus, reciclaje de estiércol animal, transformación ecológica de materiales biodegradables producidos por la industria y poblaciones urbanas e industrias farmacéuticas.

Con su actividad participan en la fertilización, aeración, formación del suelo y es posible obtener materia orgánica muy estable en un tiempo relativamente corto para su uso inmediato en la agricultura. Se trata del humus de lombriz, sustancia inodora parecida a la borra de café que, en comparaciones con la urea, es 5 veces superior en nitrógeno, fosforo, potasio y calcio (La rioja, abril del 2002).

Estos animalitos se comen la materia orgánica presente en el suelo como hojas tallos, restos de cosecha, estiércol de animales y la transforman en humus, un material rico de nutrientes que las plantas pueden absorber para su desarrollo. Además al movilizarse dentro del suelo las lombrices abren canales que facilitan la entrada de aire y mejoran el drenaje, lo cual favorece un crecimiento vigoroso de las raíces de los cultivos.



La lombriz roja californiana cuyo nombre científico es *Eisenia foetida*, vive en materia orgánica. Eisenia ha sido seleccionada entre más de 7000 mil especies de lombrices como la más adecuada para la lombricultura. Teniendo 4 características importantes que son: se adapta a diferentes temperaturas lo que permite desarrollar proyectos en casi cualquier país o región del mundo, se reproduce muy rápidamente, puede ser alimentada con muchos tipos diferentes de desechos orgánicos, tiene un promedio de vida de 16 años (Chacón Díaz, Ana Gabriel, 1999).

En las explotaciones comerciales de las lombrices se han trabajado con algunas especies, las cuales se mencionan en la siguiente (tabla VIII):

Familia	Genero	Especie
<b>Megascolecidae</b>	<i>Eodrilus</i>	<i>excavatus</i>
	<i>Perionyx</i>	<i>eugeniae</i>
	<i>Pheretima</i>	<i>hawaiana</i>
	<i>Pheretima</i>	<i>asiática</i>
<b>Lumbricidae</b>	<i>Eisenia</i>	<i>Foetida</i>
	<i>Lumbricus</i>	<i>Rubellus</i>
	<i>Lumbricus</i>	<i>terrestris</i>

Tabla VIII.

Todas ellas pertenecientes a la Clase Oligochaeta o lombrices de tierra.

### 2.3.3 Características de los anélidos.

La taxonomía de la lombriz de tierra, clasificada dentro del reino animal es la siguiente (tabla IX):

<b>Reino:</b>	<b>Animal</b>
<b>Sub reino:</b>	Metazoos
<b>Tipo:</b>	Anélida
<b>Phylum:</b>	Protostomía
<b>Clase:</b>	Anélida
<b>Orden:</b>	Oligochaeta
<b>Familia:</b>	Lumbricidae
<b>Especies:</b>	<i>L. rubellis</i> , <i>L. terrestris</i> , <i>E. foetida</i>

Tabla IX. Fuente: Vilee (1981).

Todos los anélidos se caracterizan por su marcado metamerismo; es decir la división del cuerpo en segmentos (anillos) o partes similares. La evolución de las



lombrices respecto a las formas inferiores, es precisamente esta segmentación y cada segmento representa una unidad subordinada del cuerpo que puede especializarse para determinadas funciones.

#### **2.3.4 Características externas de la lombriz.**

*Color:* no siempre lo determina el pigmento de la piel, sino que a veces la sangre o el contenido del intestino; lo cual se manifiesta a través de las paredes del cuerpo. No obstante, algunas especies como las clasificadas *detritívoras* (se alimentan de mantillo vegetal o estiércol animal), la pared del cuerpo está coloreada intensamente con pigmentos rojos, identificados como *protoporfirina*; mientras que las *geófagas* (se alimentan exclusivamente de suelo junto con materia orgánica) generalmente son de color pálido (Pineda, José Arnold, 2006).

Esta lombriz es de color variable, pero por lo general predominan en ella los tonos rojos (de ahí viene su nombre). A lo largo del cuerpo y escondida entre las franjas rojas se puede ver otras franjas muy delgadas, de color amarillento (Chacón Díaz, Ana Gabriel, 1999).

*Forma:* el cuerpo es un tubo bilateralmente simétrico; tiene forma cilíndrica.

*Segmentos:* llamados también metámero, son anillos distribuidos en todo el cuerpo, generalmente comprende de 80 a 175 anillos; entre cada uno de ellos existen surcos inter segmentarios. Tanto los órganos internos como la pared del cuerpo se encuentran segmentados, separados entre sí por tabiques transversales llamados septos.

*Prostomio:* pequeña protuberancia dorsal que comienza en el primer segmento, del cual está separado por un surco.

*Peristomio:* se llama así al primer segmento, donde se encuentra la boca; no tiene quetas o cerdas.

*Quetas o cerdas:* cada segmento, con excepción del primero, posee cuatro pares de quetas o cerdas, provistas de pequeños músculos, cuya función es la locomoción. También están ausentes en la última porción del cuerpo, llamado pigidio, el cual no forma segmento.

*Poros dorsales:* son pequeñas aberturas ubicadas en los surcos inter segmentarios a lo largo de la línea media dorsal.

*Nefridioporos:* aberturas pares excretoras que se repiten en cada segmento del cuerpo.



*Poros espermatecales:* raramente ausentes, ubicados entre los surcos inter segmentarios.

*Poros femeninos:* oviductos cortos, que se abren en la cara ventral del segmento número 14.

*Poros masculinos:* ubicados en la cara ventral del segmento número 15, generalmente hay un par.

*Surcos seminales:* ubicados en los segmentos 9 y 10, formados durante la copula, son transitorios y almacenan los espermatozoides recibidos durante la copulación.

*Clitelo:* es la región engrosada de la epidermis en los segmentos 32 al 37. Se encarga de secretar la sustancia que forma los capullos, cocones o cápsulas donde se alojan los huevos. Puede tener forma anular (envuelve los segmentos) o de montura (no envuelve los segmentos).

### 2.3.5 Anatomía y fisiología.

- **Pared del cuerpo:** Es de forma circular, formando un cilindro; está formada por cutícula, epidermis, musculatura circular, musculatura longitudinal y peritoneo. Es permeable y de secamiento rápido, juega un papel muy importante en el intercambio gaseoso.
- **Aparato digestivo:** Es de forma tubular y de forma recta. Tiene un canal alimenticio muy completo; posee una abertura anterior, llamada boca y una posterior llamada ano.

A lo largo de él tiene varios compartimientos, comenzando con la boca o cavidad bucal, luego le sigue una faringe musculosa, la cual segrega un mucus que sirve para humedecer el alimento; le sigue el esófago y dentro de éste se encuentra el buche que sirve como almacenamiento temporal de alimento, humedeciéndolo y ablandándolo previamente.

Después, el alimento pasa a la molleja, donde es triturado, preparándolo para la digestión y absorción que finalmente se realiza en el intestino. Aquí se segregan algunas enzimas como pepsina y tripsina que actúan sobre las grasas y amilasa sobre los carbohidratos. Aquí los alimentos son absorbidos por el torrente sanguíneo y los que no se pueden digerir son excretados por el ano.

La lombriz de tierra tiene dos estómagos; uno anterior de pared delgada y uno posterior de pared gruesa.



- **Aparato circulatorio:** La sangre circula a través de vasos, entre los segmentos 7 y 11 se conectan los vasos dorsal y ventral. A través de los corazones llamados también arcos aórticos se envía la sangre a través de los vasos ventrales, a la parte posterior del cuerpo de la lombriz y de los vasos dorsales hacia la parte delantera. Tiene un sistema circulatorio cerrado, formado por tubos (arterias y venas); los movimientos peristálticos de éstos mueven eficientemente la sangre, ésta se dirige hacia la piel, intestino, nefridios, músculolos, etc.

Los conductos parietales y vasos capilares realizan la misma función. En la piel, la sangre recoge oxígeno y elimina bióxido de carbono, entrega a los órganos nutrientes provenientes del intestino y oxígeno a los tejidos, recoge líquidos de desechos y los abandona en los nefridios y elimina bióxido de carbono por medio de la difusión.
- **Aparato neurosensorial:** La lombriz carece de ojos, posee en la piel células fotosensibles; es sensitiva a la luz y al estar expuesta mucho tiempo a ella, muere. El sentido del tacto se encuentra en la epidermis y éste es el centro de los nervios.

Las células neurosensoriales le permiten percibir vibraciones que le provocan estrés y la hacen reaccionar a la temperatura. A lo largo de la epidermis hay nervios especializados en responder al pH. También posee órganos gustativos que le permiten distinguir diferentes tipos de alimento.
- **Sistema respiratorio:** Al ondear rítmicamente el cuerpo, la lombriz ventila la superficie. La falta de oxígeno hace que ella saque la mayor parte de área posterior de su cuerpo y aumenta el movimiento de ventilación el intercambio gaseoso ocurre en la superficie del cuerpo a través de una red fina de capilares cerca de la cutícula.

Para realizar este proceso, la piel debe estar siempre húmeda; ya que sí se deshidrata muere instantáneamente.
- **Sistema excretor:** El problema de eliminar los desechos líquidos, lo realiza a través de una red de estructuras llamadas nefridios, éstos se encuentran de dos en dos en casi todos los segmentos del cuerpo; comprende un embudo ciliado, ubicado en la cavidad celómica anterior al vientre y comunica mediante un tubo con el exterior del cuerpo. Todo residuo es eliminado por la cavidad celómica y otra parte a través de la corriente sanguínea.



- **Sistema nervioso:** Es más desarrollado que en los gusanos de trompa; al conjunto bilobulado de células nerviosas se les llama cerebro, ubicado en el tercer segmento, en el cuarto segmento, debajo de la faringe, está otro llamado ganglio subfaríngeo; ambos regulan toda la actividad de la lombriz; estos dos ganglios están unidos por un anillo nervioso, del ganglio inferior sale un cordón nervioso que recorre todo el cuerpo; debajo del tubo digestivo, irrigando los músculos.

Los órganos del tercer y cuarto segmento a través de los ganglios segmentarios, se encargan del movimiento de la lombriz a través de impulsos nerviosos que llegan por medio de axones gigantes.

- **Sistema reproductor:** La lombriz de tierra es hermafrodita; es decir que poseen los dos sexos, masculinos y femeninos, ver (Figura IX).

El sistema reproductor masculino está conformado por dos pares de testículos ubicados entre los segmentos 10 y 11. Los espermatozoides producidos son almacenados en reservorios y vesículas seminales; de los cuales salen los embudos espermáticos en forma par y los llevan a través de dos conductos espermáticos a los poros masculinos, en la cara ventral del segmento 15, allí salen los espermatozoides durante la cópula. Cuenta también con receptáculos seminales o espermáticos que son unos sacos que reciben el semen de la otra lombriz ubicados en los segmentos 9 y 10.

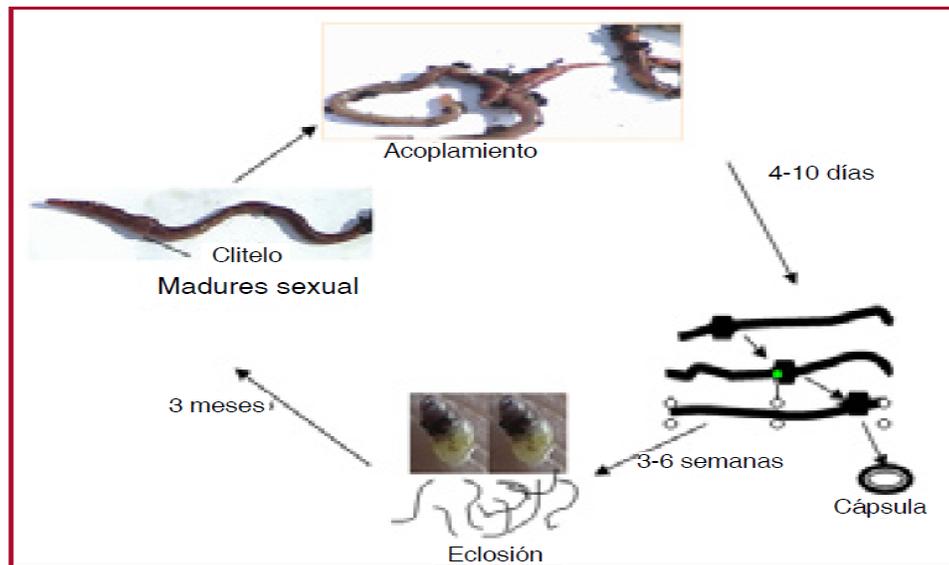
El sistema reproductor femenino está formado por dos pares de ovarios, ubicados entre los segmentos 13 y 14, su finalidad es la de producir óvulos, éstos son recogidos por embudos ovulares que los llevan por oviductos y salen a través de poros femeninos.

La lombriz, durante la cópula, se sitúa en sentido opuesto, quedando unida por unas secreciones mucosas del clitelo ubicado en el segmento 32 al 37 y aquí se encarga de secretar sustancias que forman los capullos donde se alojan los huevos; y posteriormente se forman dentro de ellos, diminutos gusanos.

Algunas especies representan partenogénesis uniparental, con autofecundación, que puede ser facultativa u obligada. La mayoría tiene reproducción biparental. La reproducción de la lombriz tiene lugar durante todo el año, cuando las condiciones son apropiadas los jóvenes alcanzan su madurez sexual a los tres meses; tiempo que coincide con la formación del clitelo, ocupando de 6 a 8 segmentos. Cada lombriz adulta puede depositar un huevo que eclosiona al cabo de 3 semanas y de éste emergen entre 2 y 20 estados juveniles, están listas para reproducirse, a los 3 meses. La lombriz tiene un promedio de vida de 16 años, aunque algunos autores confirman que *E. foetida* dura 4.5 años.



**Figura IX. Ciclo reproductivo de la lombriz**



Las cápsulas son encubadas por un periodo de 20 o 50 días, dependiendo de la temperatura, la humedad y el tipo de material con que se alimentan las lombrices. Cuando la temperatura es fría (menos de 15) el tiempo para que ocurra la apertura de las cápsulas es lo que se le conoce como eclosión es mayor que cuando es caliente.

Como se aproxima el tiempo para que las cápsulas se abran, el color amarillo va haciéndose más oscuro, hasta llegar a un tono casi café. El número de lombricitas que nacen por cápsulas varía entre 1 y 8 con un promedio de 2 a 4.

Las lombrices son blancas al nacer y al cabo de 2 o 3 días adquieren un color rosado. Conforme pasan los días se va haciendo más grande, y entre 60 y 90 días después de su nacimiento desarrolla el clitelo. En este momento ha alcanzado la madurez sexual y puede aparearse (Chacón Díaz, Ana Gabriel, 1999).

De una sola lombrices obtienen alrededor de 10,000 al cabo de un año según la siguiente tabla (tabla X), que contempla promedios tales como: un cocón por lombriz, cada 10 nacen  $3(3 \times 3 = 9)$ , por mes, 27 en 3 meses). Con un 50-70% de pérdida por migración o muerte quedan entre 8 y 13 lombrices, partiendo de una se obtienen, entonces, un promedio, de 10 cada tres meses.

1 lombriz	1 ciclo de 3 meses	10 lombrices por trimestres
1 lombriz	4 ciclos de 3 meses	10x10x10x10=10,000 por año

**Tabla X; Nota:** estos valores son posibles en laboratorio, pues en la práctica por la incidencia de diversos factores climáticos y humanos, el rendimiento es menor, considerándose que una producción de 1500 lombrices anuales denota un excelente manejo de su cría.

### 2.3.6 Desperdicios orgánicos proporcionados como alimento a las lombrices de tierra.

Diferentes tipos de desechos orgánicos se han utilizado para la producción de Lombricompostaje (Tabla XI y XII), tanto industrial como en las actividades productivas (Atiyeh *et al.*; 2002, Rodríguez *et al.* 2004); como son la transformación de residuos domésticos (Morales y Patrón, 2002); desechos animales (Ang López *et al.* 2002, Giraddi y Lingappa, 2002, Garg *et al.* 2005, Loh *et al.* 2005); desechos de hongos comestibles (Ancona *et al.* 2004); contenido ruminal (Uicab *et al.* 2004); mezcla de desechos de frutas y verduras (Rodríguez *et al.* 2004); cascara de huevo (Rafael *et al.* 2007), etc. Por lo tanto, el empleo de las lombrices de tierra en la descomposición de una amplia gama de residuos orgánicos, incluyendo lodos residuales de aguas negras, desechos de animales, residuos de cultivos, y residuos industriales, para generar vermicompostaje se ha incrementado de manera considerable y con resultados favorables.

Tabla XI. Composición de minerales de Lombricompostaje *Eisenia foetida*.

Lombricompostaje	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	P (%)	Fe (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)
Doméstico	3.6	0.6	3.3	1.7	5714	47	1118	218
Estiércol	2.3	0.7	1.1	2.0	6124	64	308	422
Banano	1.8	0.8	6.8	1.7	5461	48	255	326
Ornamental	4.0	0.5	1.3	1.5	7353	54	300	700
Broza	1.6	0.3	0.8	1.3	26489	105	181	558

(Duran y Henríquez, 2007). Macrominerales: Calcio (Ca), magnesio (Mg), Potasio (K), fósforo (P), microminerales: hierro (Fe), cobre (Cu), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn).



Tabla XII. Contenido de nitrógeno (N), materia orgánica (MO), carbono orgánico (CO), y relación C/N (carbonos/nitrógeno) de Lombricompostaje de *Eisenia foetida*, (Duran y Henríquez, 2007).

Lombricompostaje	N%	MO%	CO%	C/N
<b>Domestico</b>	3.1	29.0	16.9	5.6
<b>Estiércol</b>	3.8	33.1	19.2	10.9
<b>Banano</b>	2.9	35.2	20.5	7.0
<b>Ornamental</b>	2.2	37.1	21.6	10.0
<b>Broza</b>	1.0	29.3	17.0	9.2

De los resultados de los cuadros y, los autores sugirieron que el tipo de sustrato utilizado incidirá en las características finales del material, debido a que este estudio los datos mostraron variabilidad e las propiedades de los vermicompostaje evaluados, lo que sugieren la necesidad de su caracterización así como de mayor investigación de las fuentes utilizadas. (Mulet *et al.* 2008) registraron un alto contenido de bacterias, hongos y actinomicetos en el humus de lombriz, los cuales son admisibles en la descomposición de la materia orgánica para aumentar la diversidad biológica y estabilidad del suelo. Por su parte, (Delgado *et al.* 2004) indicaron que al utilizar lodos residuales se mejora el humus obteniendo de la transformación de por medio de la lombriz *Eisenia fétida*, al aumentar el potasio y el fósforo.

### 2.3.7 Beneficios de las lombrices de tierra.

La lombricultura constituye una respuesta simple, ecológica, económica; acelera el proceso de obtención de abonos orgánicos de calidad, constituye un alimento de alta calidad disponible lo que ha constituido la elaboración de galletas enriquecidas con harina de lombriz (Sánchez *et al.* 2005). Además, su impacto en la estructura del suelo (Capowiez *et al.* 2002); su papel como biomonitores de compuestos químicos agrícolas, la reducción de metales pesados, la reducción de patógenos en los sustratos, su efecto en la fertilidad de suelos. Igualmente su aplicación clínica en la medicina tradicional china (Zhenjun, 2002), su efecto cicatrizante de la crema preparada con *Aloe vera* y *Eisenia fétida* (Corpollanos, 2004); su potencial acción bactericida (Aguilera *et al.* 2004)

(Scheu, 2004) indicó que los estudios sobre interacciones de las plantas y lombrices pueden contribuir a un entendimiento más completo de ecosistemas terrestres y al desarrollo de prácticas amistosas con el medio ambiente. En un estudio realizado por (Arancon *et al.* 2004) Mostraron el efecto del vermicompostaje sobre el crecimiento de **tomates, fresas y pimentas**, observándose aumentos significativos de peso del retoño, hojas y de frutas, comparados con aquellos tratados con fertilizante inorgánicos, lo que sugiere que



posiblemente podrían estar provistas parcialmente aumentos microbianos al suelo después de aplicar Lombricompostaje, conduciendo a la producción de hormonas o humus que actúan como reguladores de crecimiento de las plantas.

(Herrera y Paredes, 1996) mencionaron que de acuerdo a los análisis efectuados en el estudio para la producción de biofertilizante líquido a partir de estiércol de bovino, utilizando a la lombriz californiana como unidad transformadora, pudiera parcialmente suplir los nutrientes requeridos en programas integrados de fertilización foliar complementarias y suplementarias, así como también de soluciones nutritivas para cultivos hidropónicos. Estudios realizados por Castillo *et al.* (2000) reportaron que el fósforo del humus de las lombrices aportan cantidades importantes y resultan suficientes para suelos con déficit de este elemento.

Respecto al vermicompostaje o humus, se incluye estudios de su efecto en vegetales y plantas ornamentales (Edwards, 2002); el crecimiento de plantas en invernadero (Lee *et al.* 2002); plántulas de cedro (*Cedrela odorata*) y primavera (*Tabebuia donell smithii*) (Cuevas *et al.* 2004); el rendimiento en las principales plagas insectiles en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* (Vilches *et al.* 2004), la calidad y maduración del vermicompostaje sobre la germinación y crecimiento de plantas (*Raphanus sativus*; *Tapetes patula*, *Barbarea verna*) (Ang López *et al.* 2002); el desarrollo del chile serrano (Martínez *et al.* 1999); producción de tomate en invernadero (Rodríguez *et al.* 2008); el crecimiento de las plantas hortícolas y forestales (Sánchez *et al.* 2004); producción de semilla de papa en invernadero (Patrón *et al.* 2002); frijol (Sánchez *et al.* 2004); cultivo de maíz (Rezendiz *et al.* 2004); crecimiento del lechoso (*Carica papaya L.*) (Acevedo y Pire, 2004); la aclimatación de plantas de caña de azúcar (Díaz *et al.* 2005); aclimatación de vitroplantas de sábila (*Aloe vera L. Burm. F*) (Vilchez *et al.* 2007); su uso en la producción de la morena (*Morus alba*) (Elizondo-Salazar, 2007); en plantas medicinales (Sánchez *et al.* 2005); y su uso en plantas florales (Milanés *et al.* 2005).

El trabajo realizado por (Gonzalvo *et al.* 2001) sobre alimentos no convencionales para el consumo de animales monogástricos encontraron que la harina de lombriz contiene 88.7% de proteína. Sin embargo, (Medina *et al.* 2003), (Vielma *et al.* 2003) y (García *et al.* 2009) reportaron 61.8%, 60% y 53% respectivamente. Por otro lado (Vielma y Medina, 2006) analizaron la composición química de la harina de lombriz *Eisenia foétida* (Tabla XIII), sin reportar diferencias entre dos métodos utilizados, destacaron que los porcentajes de nutrientes de la harina de lombriz fue satisfactoria, ya que algunos de estos valores fueron superiores a los reportados para algunos alimentos convencionales y a los reportados por los investigadores que han trabajado con este tipo de lombriz.



También se ha reportado que la harina de lombriz *Eisenia fétida*, presenta ácidos grasos tales como el linoleico y araquidónico (Vielma *et al.* 2003b), minerales Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Cu, Mn, Zn (García *et al.* 2009) y gran cantidad de aminoácidos.

Tabla XIII. Composición química de la harina de lombriz obtenida por liofilización (HL) y secado en estufa (HSE)

Componente %	HL	HSE
<b>Humedad</b>	11,6 ± 0.1	13.5 ± 0.1
<b>Proteína bruta</b>	62.3 ± 0.1	61.8 ± 0.2
<b>Lípidos</b>	7.9 ± 0.7	11.1 ± 0.2
<b>Cenizas</b>	7.9 ± 0.1	6.0 ± 0.8
<b>Carbohidratos totales</b>		
<b>Fibra cruda</b>	2.0 ± 0.3	3.7 ± 0.4
<b>Carbohidratos solubles</b>	8.3 ± 1.1	3.9 ± 0.3

Fuente: (Vielma y Medina, 2006).

De acuerdo a los estudios reportados, demuestran que el uso de las lombrices de tierra y sus productos pueden ser una intervención potencial importante para la mejora de la calidad de vida de las familias de bajo recursos y permitir una alternativa sustentable de producción, que traerá como resultado la disminución de la contaminación a base de desperdicios orgánicos en el medio ambiente.



### III. Materiales y métodos.

En la tabla (XIV), se menciona las determinaciones químicas que se utilizaron para el análisis de suelo, como lo son el (pH, materia orgánica, fósforo y nitrógeno total); por otro lado en la (tabla XV), se ilustran las determinaciones físicas del mismo, con la finalidad de clasificar la textura del suelo en (arena, limo, arcilla), dependiendo de las características que presenten.

Tabla XIV. Determinaciones químicas del suelo.

Análisis	Método	Fundamento
pH	Potenciométrico	Con este método se mide el potencial de un electrodo sensitivo a los iones $H^+$ (electrodo de vidrio) presentes en una solución problema; se usa como referencia un electrodo cuya solución problema no se modifica cuando cambia la concentración de los iones por medir, que es generalmente un electrodo de calomelano o de Ag/AgCl. El electrodo, a través de sus paredes, desarrolla un potencial eléctrico.
Materia orgánica	Para la cuantificación de carbono orgánico total se utiliza un analizador de carbono con una cámara de combustión y un detector de infrarrojo.	La muestra de suelo es colocada dentro de la cámara de combustión a una temperatura de $900^{\circ}C$ , proceso que provoca la liberación de $CO_2$ proveniente de todo el carbono presente en el suelo. El $CO_2$ es cuantificado con un detector de infrarrojo. El límite de detección de la técnica va de 0 a 25 mg de C. Considerando que no todo el suelo es m.o., se recomienda utilizar muestras de 0.1 a 0.3 g, pero mientras más m.o. se tenga, se debe tomar menor cantidad de suelo para realizar esta técnica.
Fosforo	Bray (desarrollado por Bray y Kurtz, 1945), el cual fue modificado en la parte de extracción del P. La cuantificación se lleva a cabo por colorimetría.	Este método se basa en la extracción de las formas de fósforo fácilmente solubles, principalmente fosfatos de calcio y una fracción de los fosfatos de aluminio y hierro, con la combinación de ácido clorhídrico y fluoruro de amonio. El fluoruro de amonio disuelve los fosfatos debido a la formación de un ión complejo con estos compuestos, cuando se encuentran en solución ácida. Este método ha dado buenos resultados en suelos ácidos y aceptables en suelos con pH neutros.
Nitrógeno total	Micro-Kjeldahl	El método Kjeldahl comprende tres fases fundamentales: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Digestión de la muestra. La muestra de suelo se somete a una digestión por calentamiento con ácido sulfúrico y por una mezcla de sales que aceleran y facilitan tanto la oxidación de la materia orgánica como la conversión de todas las formas de nitrógeno en <math>N+3</math>, que en medio ácido se encuentran en forma de radical amonio (<math>NH_4^+</math>); es decir, se llevan las formas orgánicas a formas minerales de nitrógeno.</li> <li>2) Destilación. Una vez transformado el nitrógeno en <math>NH_4^+</math>, se expone a una base fuerte como el hidróxido de sodio para formar hidróxido de amonio, que por la acción del calor se descompone en amoniaco (<math>NH_3</math>) y agua.</li> <li>3) Valoración. El amoniaco desprendido por la reacción se recoge en un volumen conocido de solución valorada de ácido bórico y por comparación con un blanco se determina la cantidad de ácido que reaccionó con el <math>NH_3</math>.</li> </ol>



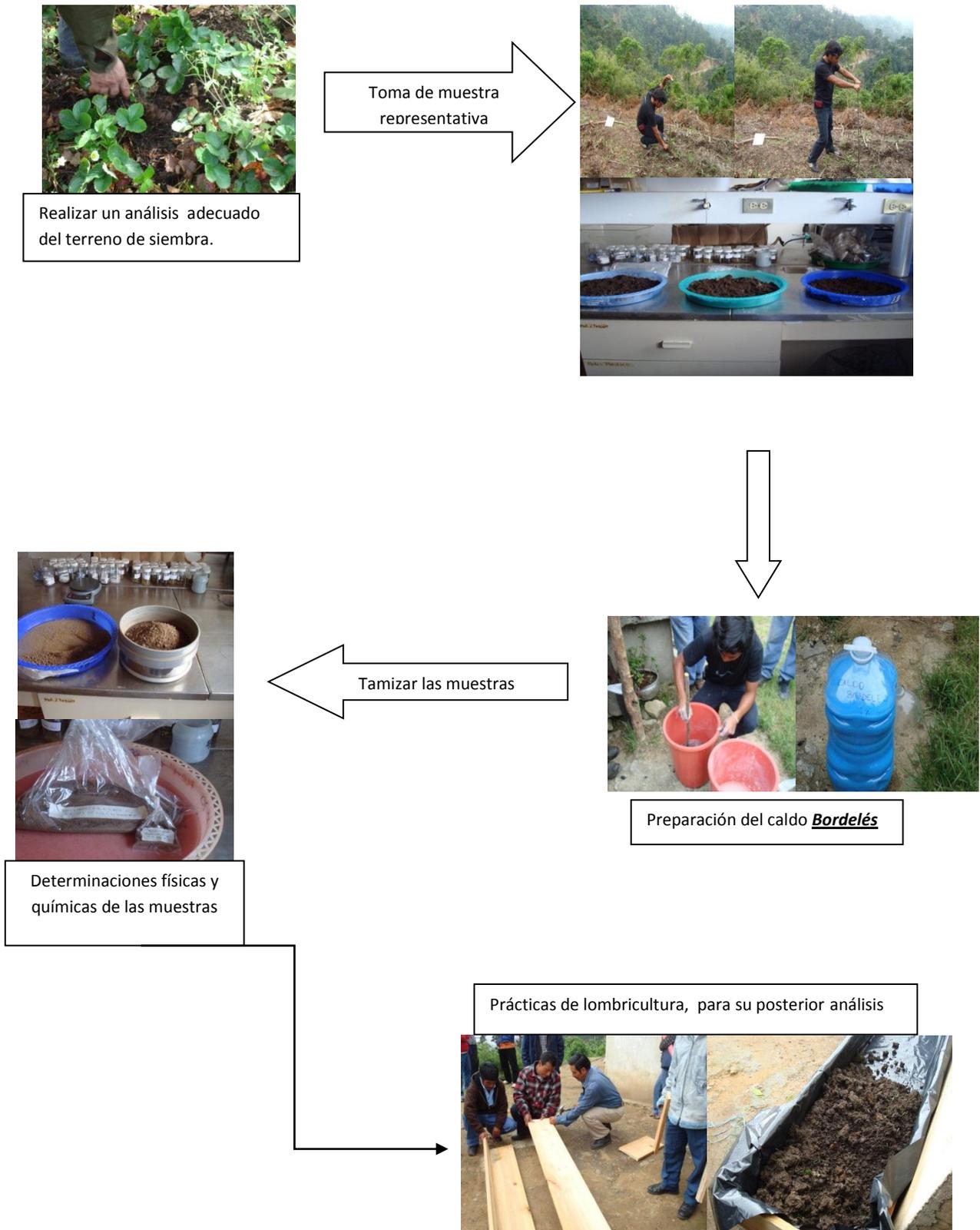
Conductividad eléctrica	Conductímetro	Este método se basa en la teoría de la disociación electrolítica. Es aplicable a aguas o extractos de suelo. El equipo para medir la conductividad eléctrica es un Conductímetro, que consiste en dos electrodos colocados a una distancia fija y con líquido entre ellos. Los electrodos son de platino y en ocasiones pueden llevar un recubrimiento de platino negro o grafito; estos se encuentran sellados dentro de un tubo de plástico o vidrio (celda), de tal manera que este aparato puede ser sumergido en el líquido por medir. La resistencia eléctrica a través de los electrodos se registra a una temperatura estándar, generalmente 25°C.
-------------------------	---------------	--

**Tabla XV. Determinaciones físicas del suelo.**

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Fundamento</b>
Textura	Procedimiento de la pipeta.	Consiste en tomar una submuestra (alícuota) de una suspensión de suelo en agua, donde se está llevando a cabo un proceso de sedimentación, determinando el tipo de partícula en función de su velocidad de sedimentación. La submuestra es tomada a una profundidad h y a un tiempo t, en el que todas las partículas con diámetro mayor o igual que 0.002 mm han sedimentado, teniéndose en las alícuotas únicamente partículas pertenecientes a la fracción arcillosa. El método se basa en la Ley de Stokes.
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Determinación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y bases intercambiables (Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> y K <sup>+</sup> ) de los suelos, empleando acetato de amonio.	El método para la determinación consiste en la saturación de la superficie de intercambio con un catión índice, el ión 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 está 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 del amonio adsorbido.



## Diagrama de flujo general



## Diagrama de flujo 1



Analizar la parcela del señor Gomersindo Escalante

Identificar plagas o enfermedades en la planta

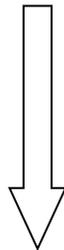


Toma de muestras



Etiquetar y llevar muestras al laboratorio

Tomar muestras representativas de la misma parcela, 15 para c/u, a 20cm de profundidad asegurando de que la superficie esté libre de cualquier materia orgánica, que pueda afectar a los resultados.



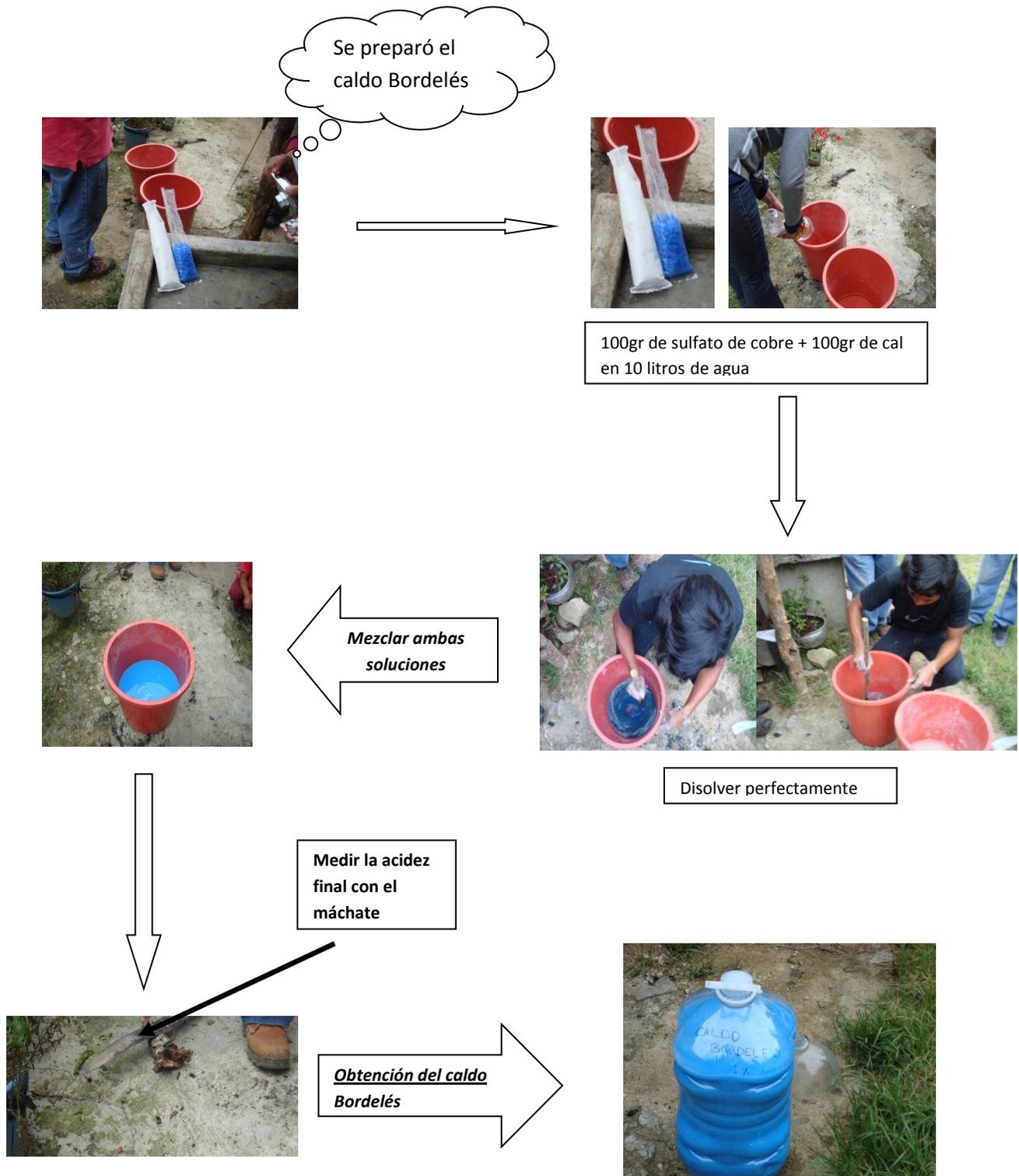
Analizar las condiciones del terreno



Observar posibles problemas



**Diagrama de flujo 2.**



### Diagrama de flujo 3.



Muestras, llevadas a



Se dejó reposar durante 1 semana, para eliminar la humedad.



Tamizado, con malla 10



Una pequeña parte, paso por la malla 40.

→



**Diagrama de flujo 4.**

**Lombricultura.**



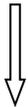
Preparar un cajón de madera, para el criadero de lombrices.

Ensamblar perfectamente



Perforar un orificio, por donde se permita la salida de líquidos, segregados por las lombrices

Cubrir con bolsa de polietileno

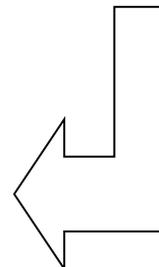


Agregar el sustrato (estiércol): vacuno, bovino, porcino, etc.

Dejar con una pendiente, que permita el paso de líquidos.



Agregar (200-300) lombrices.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 4.1. MODULO 1 PARCELA DEL SEÑOR GUMERSINDO (LOMA BONITA) A 11-AGOSTO-2011

Durante el recorrido de la parcela, se pudo apreciar que el terreno no cuenta con las características necesarias para obtener de ella una excelente producción de fresa; probablemente la causa a estos problemas es la falta de mantenimiento y de interés sobre la misma.

El terreno se dividía en tres partes (figura X) donde la plantación era la misma (cultivo de fresa), anteriormente se cosechaba la papa, en ambos terrenos existe el chupa pteridium aquilinum, el cual es una factor que influye negativamente sobre la existencia de una vegetación vigorosa, así como también nos pudimos percatar la presencia de girasoles silvestres.

Generalmente en los terrenos de plantación, deben de existir surcos con una distancia promedio de 40cm, punto que la parcela del señor Gumersindo desconocía, la forma de riego se lleva a cabo por medio de un rehilete y la limpia de su terreno lo efectúa cada 15 días; el origen de la plantación del fruto de la fresa se debe a un programa que les facilita las semillas para sus parcelas en los municipios de Motozintla, Comalapa, Huixtla etc.

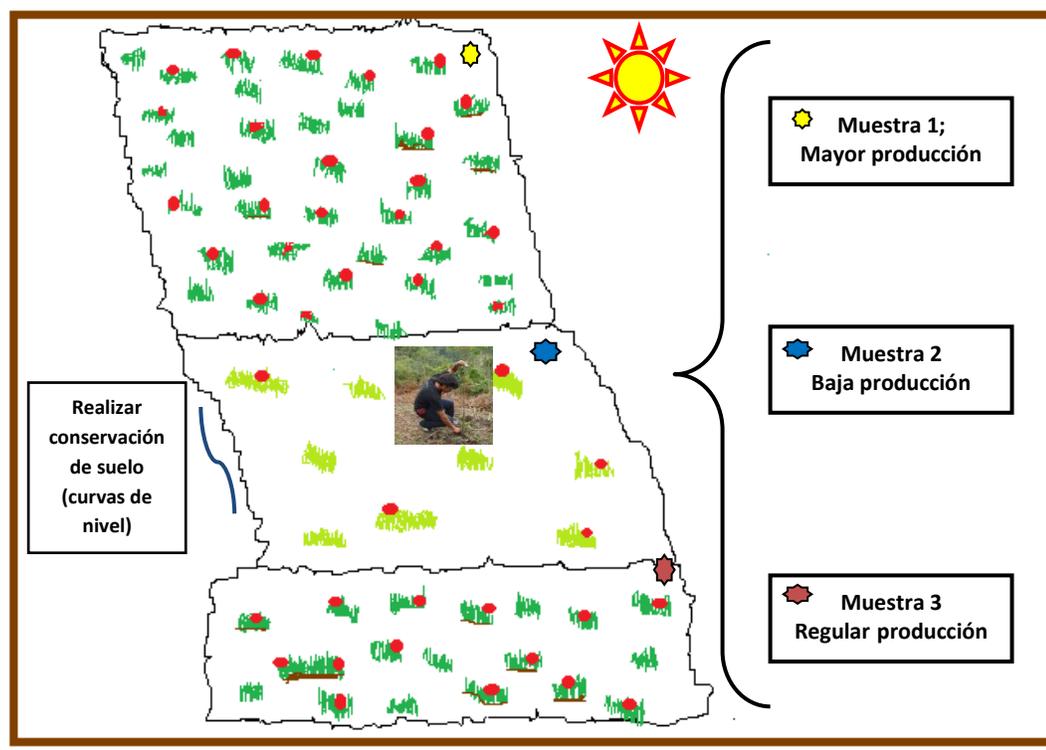
Un punto bastante interesante que se toco fue el suelo, la tierra de la parcela generalmente es “suelta”, polvosa y negra como comúnmente los definen ellos, mediante los conocimientos empíricos que adquieren; por ello la cosecha que obtenía don Gumersindo era de (5 a 8 kilos a los 3 días) aplicando un índice de cosecha de manera visual, debía de adquirir un tono rojo completamente; posteriormente la cosecha fue descendiendo debido a dos factores.

- La tierra es susceptible a la erosión, con las lluvias el suelo comienza a lavarse.
- La existencia de plagas como lo son larvas (gallina ciega), debido a que la plantación los dejaba sin raíces afectando el crecimiento de la planta.

El muestreo se realizó a 20 cm de profundidad de suelo, encada uno de los tres terrenos que componen la parcela, etiquetándolos para su posterior estudio a laboratorio.



Figura X. Esquema representativo de la parcela del señor Gumersindo, en la producción de fresa.



#### 4.2 - MODULO 2 EN BENITO JUAREZ-LOMA BONITA A 8-SEPTIEMBRE-2011

La plática de conservación de suelo así como la producción de abonos orgánicos a partir de lombricultura, se llevó a cabo en el ejido de Benito Juárez donde se dieron cita a las personas del ejido de loma bonita, cuyo interés de las personas consistían en un solo objetivo aprender a realizar un buen uso a sus tierras de manera amigable entre el hombre y la naturaleza.

Durante la plática el doctor David, les dio una perspectiva del interés que se tienen el trabajar con ellos; proyecto una película que les despertara el hambre por aprender a manipular sus tierras, aplicando una producción de abonos orgánicos mediante la lombricultura o bocashi, muchos manifestaron sus dudas sobre el tema y nos percatamos que ya habían escuchado y visto dichas prácticas obteniendo de ellas buenos resultado, como la que tuvo el seños de Teopisca en la cosecha de aguacate, por medio del abono a partir de las lombrices (Roja Californiana, *Eisenia Foetida*).

Posteriormente el doctor Héctor, los hizo navegar por el mundo hasta llegar a Motozintla y su ejido de Benito Juárez, y con ello visualizo la importancia del

proyecto de cuenca, ya que efectivamente su ejido es una cuenca, en la cual sus cosechas al agregarles productos químicos y el suelo al ser lavado por las lluvias intensas, termina por integrarse al río Grijalva, seguir una serie de trayectoria para desembocar en el océano.

Por último el profesor Noé les platico brevemente el objetivo y las características que tiene el abono orgánico a partir de las lombrices; el método es práctico y fácil, ya que el trabajo lo realizan las lombrices, transforman el suelo en un abono orgánico con nutrientes que las plantas pueden absorber con mayor facilidad, únicamente se les debe de proporcionar un ambiente adecuado (humedad, estiércol moderado, temperatura etc). Con ello se realizaron cajones de madera para el criadero de lombrices en 2 módulos (Benito Juárez y loma bonita), utilizando como sustrato estiércol.

Las personas de los ejidos quedaron muy agradecidas con el proyecto; con ello se puede decir que los objetivos de la plática se cumplieron en su totalidad, ya que esto tan solo es el comienzo por mejorar los terrenos de Motozintla para la producción de frutos u hortalizas, esperando que el rendimiento a largo plazo de la producción de abonos orgánicos sea mucho mayor, trayendo consigo innumerables resultados positivos.

### 4.3. Determinaciones Físicas y químicas del suelo

De las 8 muestras que se analizaron en el laboratorio de ecosur; para determinar las características físicas y química de las mismas; los resultados que se obtuvieron se reflejan en la (tabla XVI) que describan las perspectivas de los terrenos ejidales de Motozintla.

Muestras	P (mg/Kg)	M.O %	pH H <sub>2</sub> O	N total %	Arena %	Arcilla %	Limo %	Nombre textural	D.A (gr/ml)	C.E (ds/m)	C.I.C (Cmol/Kg)
Muestra 1Sr. Gumersindo	8,6	9,6	6,6	0,55	39,6	12,4	48,0	Franco	0,82	0,126	24,7
Muestra 2Sr. Gumersindo 60%	5,8	10,7	6,0	0,63	45,6	12,4	42,0	Franco	0,86	0,116	25,6
Muestra 3Sr. Gumersindo	5,2	7,7	6,0	0,43	41,6	8,4	50,0	Franco	0,85	0,121	22,1



Muestra del Sr. Andrés Ramírez	7,3	8,7	5,4	0,49	47,6	10,4	42,0	Franco	0,93	0,120	23,2
Muestra del Sr. Andrés Ramírez (Maíz, Durazno)	8,5	9,3	5,4	0,53	45,6	12,4	42,0	Franco	0,99	0,127	19,2
P. demostrativa arriba Benito Juárez	3,8	11,4	6,5	0,65	35,6	8,4	56,0	Franco limoso	0,86	0,149	34,8
P. demostrativa abajo de Benito Juárez	5,0	10,8	5,7	0,61	39,6	10,4	50,0	Franco	0,77	0,150	21,8
Muestra 0-20cm Sr. Hernán, Carrizal.	8,9	4,6	6,1	0,26	19,6	16,4	64,0	Franco limoso	1,19	0,113	21,5

**Tabla XVI. Resultados de los análisis físicos y químicos en las muestras de los ejidos de Motozintla.**

De acuerdo a los datos de la tabla XVI, podemos discutir los resultados bajo la norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio muestreo y análisis; así como la tabla XVII que nos genera información sobre las características óptimas del suelo y clima para el desarrollo del cultivo de las fresas.

**Tabla XVII. Características óptimas, para el crecimiento de la fresa.**

<b><i>Aportes óptimos para el crecimiento de la fresa.</i></b>	
<b>Requerimiento del suelo y clima</b>	<b>Rango óptimo</b>
m.s.n.m	(1200-2500)
pH	(6.5-7.5), aunque en suelos con pH de 5.5 a 6.5 no presentan problemas.
M.O	(2-3)%
C.E	Evitar suelos salinos, con concentraciones de sales que originen conductividad eléctrica en extracto saturado superior a 1mmhos/cm.
Carbonato de calcio	Sensible a la presencia de cal (carbonato de calcio (superiores a 6%) desarrolla una clorosis consecuente.
Temperatura.	(15-20)°C en el día y (15 a 16)°C en la noche.



## **FOSFORO (P).**

Las plantas absorben la mayoría del P como el ion ortofosfato primario ( $H_2PO_4^-$ ). Las plantas también absorben pequeñas cantidades de fósforo como ion ortofosfato secundario ( $HPO_4^{2-}$ ). El pH del suelo influye en gran parte en la absorción de estas dos formas de P por la planta.

El P desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo por la planta. Además promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces. El P mejora la calidad de la fruta, hortalizas y granos y es además vital para la formación de la semilla.

<i>Categoría</i>	<i>Valor mg/Kg</i>
<b>Bajo</b>	<5.5
<b>Medio</b>	5.5-11
<b>Alto</b>	>11

Tabla XVIII. Criterios para determinar la calidad de un suelo en cuanto a su contenido de fósforo. (NOM-021-RECNAT-2000).

Apreciando la tabla XVIII, podemos interpretar que la cantidad de fósforo soluble presente en cada una de ellas es variable, encontrándose peculiarmente un rango (bajo y medio); aun tratándose de una misma parcela el intervalo suele cambiar, como es el caso de las muestras de suelo del Sr. Gumersindo, en donde los valores de fósforo comienzan a decaer paulatinamente; mas sin embargo las concentraciones de P en las muestra no derivan mucha deficiencia de la misma, a lo cual a las plantas la disponibilidad de P no es tan limitada.

## **MATERIA ORGANICA (M.O).**

La materia orgánica del suelo está constituida por residuos de plantas y animales en varios estados de descomposición. Un nivel adecuado de materia orgánica beneficia al suelo de varias formas:

- Mejora las condiciones físicas.
- Incrementa la infiltración de agua.
- Facilita la labranza del suelo.
- Reduce las pérdidas por erosión.
- Proporciona nutrientes a la planta.

La mayoría de estos beneficios se derivan de la acumulación en el suelo de los productos resultantes de la descomposición de los residuos orgánicos.



La materia orgánica contiene alrededor de 5% de N total, por lo tanto, es una bodega que acumula reservas de N; los residuos vegetales y animales contienen cantidades variables de nutrientes como P, Mg, Ca, S y micronutrientes. A medida de que la materia orgánica se descompone, estos nutrientes pasan a ser disponibles para la planta.

<i>Materia Orgánica (%)</i>		
<i>Clase</i>	<i>Suelos volcánicos</i>	<i>Suelos no volcánicos</i>
<b>Muy bajo</b>	<4.0	<0.5
<b>Bajo</b>	4.1-6.0	0.6-1.5
<b>Medio</b>	6.1-10.9	1.6-3.5
<b>Alto</b>	11.0-16.0	3.6-6.0
<b>Muy alto</b>	>16.1	<6.0

Tabla XIX. Interpretación del contenido de materia orgánica en suelo.

Tal y como se ilustra en la tabla de la parte superior (XIX), la cantidad de materia orgánica que presenta cada una de las muestras en estudio, se sitúan en el rango medio de: (6.1-10.9) y una muestra de: P demostrativa arriba de Benito Juárez, se sitúa en la clase alta (11.0-16.0), a excepción de la muestra tomada en los terrenos del Sr. Hernán que tiene una clase baja en relación a la presencia de materia orgánica. Es importante recalcar que se toman de referencia estos valores dado a que se trata de terrenos con suelos volcánicos.

En general la presencia de la materia orgánica en distintas zonas es de suma importancia para el fruto u hortaliza en pleno crecimiento, y se las cifras definen a las muestras ricas y no pobres de M.O.

### **pH.**

El término de pH define la relativa condición básica o acida de una sustancia. El pH del suelo mide la actividad de los iones  $H^+$  y se expresa en términos logarítmicos. El significado practico de la expresión logarítmica de pH es que cada cambio de una unida en pH representa un cambio de una magnitud diez veces mayor en la acidez o alcalinidad del suelo.

En el pH del suelo tienen influencia varios factores, entre los que incluyen: material de origen y profundidad del suelo, precipitación, inundación, vegetación natural, cultivos sembrados y fertilización nitrogenada.



<i>Categoría</i>	<i>Valor de pH</i>
<b>Fuertemente ácido</b>	<5.0
<b>Moderadamente ácido</b>	5.1-6.5
<b>Neutro</b>	6.6-7.3
<b>Medianamente alcalino</b>	7.4-8.5
<b>Fuertemente alcalino</b>	8.5

Tabla XX. Criterios de evaluación de un suelo con respecto a su pH (NOM-021-RECNAT- 2000).

Al analizar los datos que nos ilustra la tabla XX, se observa claramente que la categoría en la que se encuentra mayoritariamente las muestras analizadas, son moderadamente ácidas, con excepción de la muestra 1 del señor Gumersindo que se localiza en la categoría neutro.

Si relacionamos los datos de la tabla XIX y XX, podemos decir que dado a que la materia orgánica presente en los suelos ejidales de Motozintla se encuentra en una clase media y un pH moderadamente ácido; se debe principalmente a que los materiales orgánicos del suelo son descompuestos continuamente por los microorganismos convirtiéndolos en ácidos orgánicos, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua, formando finalmente ácido carbónico. El ácido carbónico reacciona a su vez con los carbonatos de Ca y Mg en el suelo para formar bicarbonatos solubles que se lixivian, haciendo el suelo más ácido; por lo tanto la M.O influye significativamente en la escala de pH.

### **NITROGENO TOTAL.**

Las plantas absorben la mayoría del nitrógeno en forma de iones amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). El nitrógeno es necesario para la síntesis de clorofila y como parte de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. La carencia de nitrógeno y en consecuencia la carencia de clorofila no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis y la planta pierde la habilidad de ejecutar funciones esenciales como la absorción de nutrientes.

El Nitrógeno en el suelo está presente en tres formas principales:

1. Nitrógeno orgánico....parte de la materia orgánica del suelo....no disponible para las plantas en crecimiento.
2. Amonio.... A menudo fijado en minerales arcillosos del suelo y disponible lentamente para las plantas. Nitrógeno inorgánico.
3. Iones de amonio y nitrato y componentes solubles presentes en la solución (agua) del suelo...el nitrógeno que las plantas usan. Nitrógeno inorgánico.

El suelo contiene una proporción relativamente alta de N orgánico (no disponible) y una pequeña proporción de N orgánico (disponible).



<b>Nitrógeno total %</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Suelos volcánicos</b>	<b>Suelos no volcánicos</b>
<b>Muy bajo</b>		<0,05
<b>Bajo</b>	<0,30	0,05-0,10
<b>Medio</b>	0,31-0,80	0,11-0,15
<b>alto</b>	>0,81	0,16-0,25
<b>Muy alto</b>		>0,26

Tabla XXI. Criterios para evaluar un suelo con base en su contenido de nitrógeno total (NOM-021-RECNAT- 2000).

Con respecto al porcentaje de nitrógeno total, las cifras hablan por sí solas, ya que la mayoría de las muestras analizadas arrojan valores que los ubican de acuerdo a la tabla XXI, en la categoría (Medio 0.31-080) con excepción nuevamente de la última muestra del Sr Hernán del carrizal; con lo cual se aprecia que la cantidad de nitrógeno en el suelo no es deficiente para las plantas.

El nitrógeno al igual que la materia orgánica, influyen considerablemente en la acidez del suelo, dado a que el nitrógeno en el proceso de la nitrificación convierte el  $\text{NH}_4^+$  a  $\text{NO}_3^-$ , se libera iones  $\text{H}^+$ , este es un proceso que produce acidez en el suelo.

Los resultados son congruentes ya que la cantidad de materia orgánica con la que cuenta el suelo, es un factor, en función de su descomposición paulatina, para la dar paso a la cantidad de nitrógeno presente en el mismo y pueda ser aprovechada para las plantas, que como se mencionó anteriormente la presencia de N es de vital importancia para las mismas.

### **CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (C.E).**

La conductividad eléctrica es la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica, que generalmente se expresa en mmhos/cm. Es una propiedad de las soluciones que se encuentra muy relacionada con el tipo y valencia de los iones presentes, sus concentraciones total y relativa, su movilidad, la temperatura del líquido y su contenido de sólidos disueltos.

<b>Categoría del suelo</b>	<b>Conductividad eléctrica ds/m</b>
<b>Efectos despreciables de la salinidad</b>	<1,0
<b>Muy ligeramente salino</b>	1,1-2,0
<b>Moderadamente salino</b>	2,1-4,0
<b>Suelo salino</b>	4,1-8,0
<b>Fuertemente salino</b>	8,1-16,0
<b>Muy fuertemente salino</b>	>16,0

Tabla XXII. Criterios para evaluar la salinidad de un suelo, con base en su conductividad. (NOM-021-RECNAT- 2000).

En efecto al comparar los resultados de la tabla XVI y XXII, se refleja claramente que la categoría de los suelos en todos los casos presentan efectos despreciables de la salinidad, por lo cual es un factor que influye positivamente en la producción del fruto de la fresa, debido a que concentraciones superiores a 1ds/m originan una disminución.



### **CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C).**

Todas las moléculas, en mayor o menor medida, tienen minúsculas cargas eléctricas, positivas y/o negativas. Por ello, en el suelo actúan como pequeños imanes, formando entre ellas estructuras que pueden ser muy simples, como la atracción entre una partícula de arcilla cargada negativamente y una partícula de un fertilizante cargada positivamente; o muy complejas, como cuando hay la materia orgánica, con infinidad de cargas eléctricas de ambos signos.

<i>clase</i>	<i>CIC ( cmol/kg)</i>
<b>Muy baja</b>	>5.0
<b>Baja</b>	5.1-15
<b>Media</b>	15.1-25
<b>Alta</b>	25.1-40
<b>Muy alta</b>	>40.1

Tabla XXIII. Clasificación de la fertilidad de suelos de acuerdo a la CIC.

La capacidad de intercambio catiónico, se refiere al número total de cationes intercambiables que un suelo puede retener (la cantidad permitida por su carga negativa), dicha capacidad aumenta considerablemente con la cantidad de materia orgánica y arcilla.

Para las muestras analizadas, la clase que predomina, de acuerdo a la tabla XXIII es (media y alta), mientras mayor sea la capacidad de intercambio catiónico más cationes puede retener el suelo.

Por lo cual podemos decir que la cantidad de materia orgánica presente en el suelo es buena, por consiguiente contribuye favorablemente a la capacidad de intercambio catiónico que existe en las muestras de suelo; sin embargo no se puede regir bajo los mismos términos la textura del suelo que resulta ser pobre en arcilla; conociendo que contenido de arcilla es importante, debido a que estas pequeñas partículas tienen una relación alta de área superficial a volumen, con lo cual pueden retener una gran cantidad de cationes y prevenir la pérdida potencial por lixiviación (percolación).



### ***Textura (tamaño de las partículas del suelo).***

La textura del suelo indican la cantidad de partículas individuales de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. Cuando más pequeña es la partícula más se acerca al arcilla, cuando más grande es la partícula más se acerca a arena.

Como lo indica la tabla XVI de resultados, la mayoría de las muestras en estudio muestran una textura Franco, es decir; cuando la arena, limo y arcilla están presentes en cantidades iguales, el suelo se denomina "franco".

Por lo que se ilustra en la tabla XVI, todas las muestra presenta arena, limo y arcilla, por lo cual es un factor favorable para las condiciones del terreno, debido a que una textura media y con buen contenido de materia orgánica permiten el contenido de agua y aire y la presencia de arcilla en los suelos es de recalcar, ya que adsorben una cantidad relativamente alta de agua y sus poros pequeños retienen el agua contra las fuerzas gravitacionales, lo contrario a los suelos arenosos en donde sus poros de tamaño grande permite que el agua drene libremente del suelo; es decir la capacidad de campo es mucho mayor en suelos arcillosos que en los arenosos.



## V. CONCLUSION.

A todo lo anterior, se puede decir que Motozintla es un municipio de Chiapas que tiene una gran problemática de ubicación en el mapa, aunado a esto se derivan regiones en donde las pendientes están muy pronunciadas, esto evita que el sector productivo alcance sus metas con facilidad.

Por lo consiguiente, de acuerdo con los resultados obtenidos en el colegio de la frontera sur (ECOSUR), los terrenos ejidales de Motozintla luchan constantemente por mantenerse fértiles; por lo que se puede apreciar, no cuenta exactamente con los requisitos mínimos para el crecimiento óptimo y vigoroso de algunos frutos u hortalizas y aunque la tierra donde se cultiva es buena, esta se pierde por el lavado de tierra que propicia las fuertes lluvias; mas sin embargo los análisis demuestran que las tierras no distan mucho de las apropiadas, como resultado a esto la fresa obtiene nutrientes para su desarrollo.

Por lo tanto se deduce que los ejidos, pueden seguir produciendo a la fresa, para generar ingresos y para el autoconsumo familiar en tasas no muy elevadas, pero muy favorables; sin embargo la producción del aguacate se aleja de los parámetros en desarrollo apropiado por lo que la tasa de producción es mínima que solo alcanza para el auto abastó familiar, misma alternativas que presenta el caso de la milpa.

Es importante recalcar que la aplicación del caldo Bordelés (fungicida orgánico), en las parcelas demostrativas, obtuvieron buenos resultados con la disminución de algunas plagas y enfermedades, que ocasionaban un frágil enraizamiento de las plantas y por consiguiente la absorción de nutrientes se veía limitada, ocasionando marchites.

A todo esto se pretende que las características de los suelos mejoren considerablemente con la producción de abonos orgánicos que se llevó a cabo en los mismos terrenos y derive a que las plantas se desarrollen en un ambiente más apropiado para su sistema de producción; para ello el presente trabajo se le dará continuación para examinar nuevamente las muestras de suelos de los mismo terrenos pero con la adición a ello del abono orgánico que se obtendrá con las lombrices (*Eisenia foetida*) un recurso que se generó a través de un módulo de criadero de la UNACH ubicado en Teopisca, ya que estudios previos demuestran que los estándares de producción se elevan paulatinamente, estableciendo un enlace amigable entre al hombre y su naturaleza.



## VI. BIBLIOGRAFIA.

1. *Manual internacional de fertilidad de suelos.*  
*Primera impresión del manual internacional de suelos, versión en español, mayo 1997.*
2. *Manual práctico para la fabricación de abonos orgánicos utilizando lombrices.*  
*Chacón Díaz, Ana Gabriela; 1999.*
3. *: Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen (1973).*  
*Enriqueta García; pág.92*
4. *NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Diario Oficial, 31 de diciembre de 2002.*
5. *Artículo: Ingeniería Agrícola; 2008*  
*Consultado el 09/08/2011.*
6. *Artículo: Guía de lombricultura, la rioja; abril del 2002.*  
*Consulta.05/09/2011.*
7. *Lombricultura- compost norma Raspeño y Mario Cuniolo-Revista Procampo- No. 27- 1996.*  
*Fecha de consulta: 26/09/2011*
8. *Introduction to soil microbiology.*  
*Martin Alexander, 1999*
9. *Determinación del fosforo disponible en el suelo por el método de Bray.*  
*Actividad del comité de química de la AACS*  
*Publicado en informaciones Agronómicas del Cono Sur, No. 17, Marzo 2003.*
10. *Art. Análisis de suelo metodología e interpretación.*  
*René Bernier Villarroel, ing. Agrónomo M.Sc.*  
*Centro Regional de Investigación Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.*  
*Consultado 10/10/2011.*



11. Maier R. M., Pepper I. L., Yerba Ch. P. 1999. *Environmental microbiología*. Academia Press. San Diego, California, USA. 585 p.
12. Maynard C. and Kalra. 1993. Nitrate and exchangeable ammonium nitrogen. En Carter (Ed.). *Soil sampling and methods of soil analysis*. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers.
13. Moreno D. R. 1978. *Clasificación de pH del suelo, contenido de sales y nutrientes asimilables*. INIA-SARH. México D.F.
14. Muñoz I. D. J., Mendoza C. A., López G. F., Soler A. A., Hernández M. M. 2000 *Manual de análisis de suelo*. Edafología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, México.
15. Art. *Enfermedades del cultivo de la fresa en dos localidades agrícolas de Aragua y Miranda*. Yolanda Guevara Asdrúbal Aponte, Ana Maselli. Investigadores. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Consultado el 05/09/2011.
16. NMX-F-131-1982. ALIMENTOS PARA HUMANOS. FRUTAS Y DERIVADOS. MERMELADA DE FRESA. FOODS FOR HUMANS. FRUITS AND DERIVATIVES STRAWBERRY MARMALADE. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS. Consultado el 08/sep./2011.
17. Art. *Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo*. USDA. Instituto de calidad del suelo; agosto de 1999. Consultado el 04/10/2011
18. Art. *Propiedades físicas del suelo*. Ing. Agrónomo L. Rucks y colaboradores. Facultad de Agronomía, universidad de la republica Departamento de suelos y aguas; Monte video-Uruguay 2004.
19. Art. *Análisis de suelo*. Laboratorio de suelos INTA EEA Concepción del Uruguay. Consultado el 10/10/2011.
20. Art. *Manual d análisis de suelo. Ciencia y gestión del suelo*. HANNA instruments. Consultado el 10/10/2011.
21. Art. *Manual de manejo ecológico de plagas* PROBIOMA, 2008. Consultado el 09/08/2011.

