

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**DOCUMENTO DE GRADUACION: DIAGNOSTICO,  
INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS PROFESIONALES  
REALIZADOS EN LA COMUNIDAD EL SUBIN,  
MUNICIPIO DELA LIBERTAD EN EL DEPARTAMENTO  
DE EL PETEN.**

**HUGO PALMA CHAVARRIA**

**Guatemala, Septiembre del 2005**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de graduación del Diagnostico, Investigación y Servicios, realizado en la comunidad El Subin, en el Municipio de La Libertad, El Peten.

Presentado a la

Honorable junta directiva de la facultad de Agronomía de  
La Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

Hugo Palma Chavarria

En el Acto de investidura como

Ingeniero Agrónomo

En

Sistemas de Producción Agrícola

En el grado académico de

Licenciado

Guatemala, Septiembre del 2005

**RECTOR MAGNIFICO**

**Dr. M. V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr. PhD. Ariel Abderraman Ortiz López</b>
<b>VOCAL I</b>	<b>Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel</b>
<b>VOCAL II</b>	<b>Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria</b>
<b>VOCAL III</b>	<b>Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz</b>
<b>VOCAL IV</b>	<b>Maestro Elmer Antonio Álvarez Castillo</b>
<b>VOCAL IV</b>	<b>Perito Miriam Eugenia Espinoza Padilla</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes</b>

Guatemala, Septiembre del 2005

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

**INTERACCION DEL DIAGNOSTICO, INVESTIGACION Y SERVICIOS EN LA  
COMUNIDAD EL SUBIN, EN EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD, EL PETEN.**

Presentado como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, En el Grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo merezca su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento

Atentamente,

**HUGO PALMA CHAVARRIA**

## **ACTO QUE DEDICO A**

DIOS	Supremo creador del universo, fuente principal de toda sabiduría y fortaleza
MIS PADRES	Daniel Antonio Palma Lidia Amparo Chavarria Vásquez
MIS HERMANOS	Mauro Fidel, Cesar y Rolando
MIS HERMANAS	Araceli, Amandi, Irene, Virginia y Elida
MI FAMILIA EN GENERAL	Con aprecio y respeto.
MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS	Con aprecio y respeto

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma me ofrecieron su más incondicional apoyo para el desarrollo y consecución del presente trabajo.

A:

Mis asesores: Ing. Agr. Fredy Hernández, Ing. Agr. Francisco Vásquez, Ing. Agr. Eugenio Orozco, por su valiosa asesoría y revisión del presente trabajo.

El Proyecto para el Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria (PROFRUTA) por haberme permitido la realización de la presente investigación en sus instalaciones.

Ing. Agr. Federico Carrera por su asesoría técnica para la realización del presente trabajo.

La Misión Técnica Agrícola de la República de China (MITAC) por proporcionarme los materiales necesarios para la realización de la presente investigación.

Ing. Agr. Juan Carlos Barquin por su asesoría técnica para la realización del presente trabajo.

Ing. Agr. Jarol Oliva por su apoyo moral y particular interés en la culminación del presente trabajo.

## CONTENIDO GENERAL

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAG.</u>
Diagnostico del cultivo de papaya ( <i>carica papaya</i> ), en la comunidad El Subin, La Libertad, El Peten.	1
Evaluación de 5 sustratos para la producción de pilones de papaya ( <i>carica papaya</i> ), bajo condiciones de invernadero en la aldea El Subin, La Libertad, El Peten.	18
Informe final de servicios de E.P.S. que se realizaron en la aldea El Subin, La Libertad, El Peten, de febrero a noviembre del 2004	69

**DIAGNOSTICO DEL CULTIVO DE PAPAYA  
(*Carica papaya*), EN LA COMUNIDAD EL SUBIN,  
LA LIBERTAD, PETEN.**



## INDICE DEL DIAGNOSTICO

1.	Introducción	3
2.	Planteamiento del problema	4
3.	Objetivo	5
4.	Descripción general de la comunidad	6
4.1	Ubicación y vías de acceso	6
4.2	Recursos naturales	6
4.3	Vegetación	6
4.4	Suelos	6
4.5	Hidrografía	7
4.6	Extensión territorial	7
4.7	Mapa de la región	8
5	Metodología	9
6	Recursos	9
7	Resultados	10
8	Análisis de la información	10
9	Problemas de la región	13
10	Conclusiones	14
11	Bibliografía	15
12.1	Anexo 1	16
12.2	Anexo 2	16

### ÍNDICE DE CUADROS

1	Forma de producción del cultivo de papaya	10
2	Cantidad producida y ganancia del cultivo de papaya	11

### INDICE DE FIGURAS

1	Mapa de la región	8
---	-------------------	---

## 1. INTRODUCCIÓN

De los agricultores que se dedican a la producción de papaya, que equivale a aproximadamente el 17%, producen bajo condiciones de arrendamiento de terreno. Asimismo aproximadamente el 60% de los habitantes trabaja en fincas cercanas a la comunidad. El área bajo producción es mínima, aproximadamente 6 manzanas, de un total de aproximadamente 40 caballerías que abarca la región.

Respecto a la forma de siembra, el 17% que se dedica a la producción de papaya, utilizan pilones de aproximadamente un mes de edad (25 a 35 centímetros de altura), los cuales son producidos bajo condiciones de invernadero. Este porcentaje de población que se dedica a la producción de esta fruta posee riego, ya que este cultivo demanda mucha cantidad de agua tanto en su fase de crecimiento como en su etapa de producción. Este cultivo también demanda altas concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio por lo que los productores generalmente aplican en el suelo triple 15 y urea. El cultivo de papaya empieza a producir fruta aproximadamente a los 7 meses después del trasplante del pilón a campo definitivo. El rendimiento es de aproximadamente 210 toneladas de fruta por ciclo de producción el cual dilata de 2.5 a 3.5 años; este rendimiento es por una manzana de área sembrada. Lo anterior indica que este cultivo tiene un alto rendimiento de fruta y además, entre los frutales, es el que a menor edad empieza a producir

El siguiente trabajo es una descripción de la situación actual y de las condiciones bajo las cuales, los agricultores de la comunidad El Subin, La Libertad, que se dedican al cultivo de papaya, producen esta fruta.

## 2. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cada día los productores de cultivos tradicionales tienen que afrontar que la rentabilidad de sus cosechas disminuye, para solventar esto algunos aumentan sus áreas de producción y por ende sus ingresos, pero no la rentabilidad los que no poseen manera de incrementar sus áreas irán abandonando sus cultivos buscando nuevas opciones, incluso de trabajo en el área rural o emigrando a las ciudades.

El cultivo de la papaya presenta la ventaja, sobre los granos básicos, de ayudar a proteger el recurso suelo debido a que forma una cobertura vegetal durante cerca de dos años. Además presenta la opción de poderse asociar con otros cultivos como soya (*Glycine max*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), manía (*Arachis hipogaeae*) y otros, con lo que se puede lograr un mejor aprovechamiento de la tierra. Pero también presenta problemas como son control y manejo de plagas, dosis de riego, volumen de producción y área exacta bajo producción. Por otra parte los habitantes de la aldea no conocen su manejo adecuado y desconocen aspectos como su rentabilidad y manejo de la cosecha así como su comercialización.

Algunos de los principales problemas que se tienen en la aldea El Subin, relacionados con el cultivo de la papaya son:

1. Los agricultores no saben que dicha región esta reconocida como área libre de la mosca del mediterráneo y por lo tanto se puede exportar frutas a otros países.
2. Tampoco saben que Peten posee buenas condiciones edafo-climáticas para la producción y cultivo de árboles frutales.
3. Muchos de ellos no saben que al introducir riego en áreas productivas se incrementa el rendimiento y se mejora la calidad de la cosecha.

Él presente diagnostico se realizara con la intension de determinar las condiciones bajo las cuales los productores de papaya de la comunidad El Subín producen dicha fruta, aprovechando que la región reúne las condiciones climáticas y edáficas adecuadas y también cuenta con las vías de acceso necesarias para la comercialización del producto.

### **3. OBJETIVO**

Hacer una descripción de la situación actual del manejo y producción del cultivo de papaya en la comunidad El Subín, La Libertad, El Petén.

## 4. DESCRIPCION GENERAL DE LA COMUNIDAD

### 4.1. UBICACIÓN Y VIAS DE ACCESO

La finca MAGA-PROFRUTA-MITAC, se encuentra a 19 Km. de La Libertá, Petén, tomando la carretera principal que se dirige hacia el municipio de Sayaxche, Petén, tomando el desvío que se dirige hacia Las Cruces, a unos 100 metros de distancia del Subín, donde se encuentra la entrada principal al vivero.(1)

### 4.2. RECURSOS NATURALES

La finca se localiza dentro de la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido, se caracteriza por tener biotemperatura media de 20 a 30°C, precipitación pluvial entre 800 a 2000 Mm. anuales. La altitud de la zona es de 270 msnm. (1)

### 4.3. VEGETACION

La vegetación que más predomina en el área de la finca es papaya (*Carica papaya*), es la que ocupa más terreno, también existen otras especies frutícolas como:

Nombre común	Nombre científico
Piña	<i>Ananas comosus</i>
Guayaba	<i>Psidium guayaba</i>
Mango	<i>Mangifera indica</i>
Limón persa	<i>Citrus latifolia</i>
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Carambola	<i>Aberrahoa carambola</i>

### 4.4. SUELOS

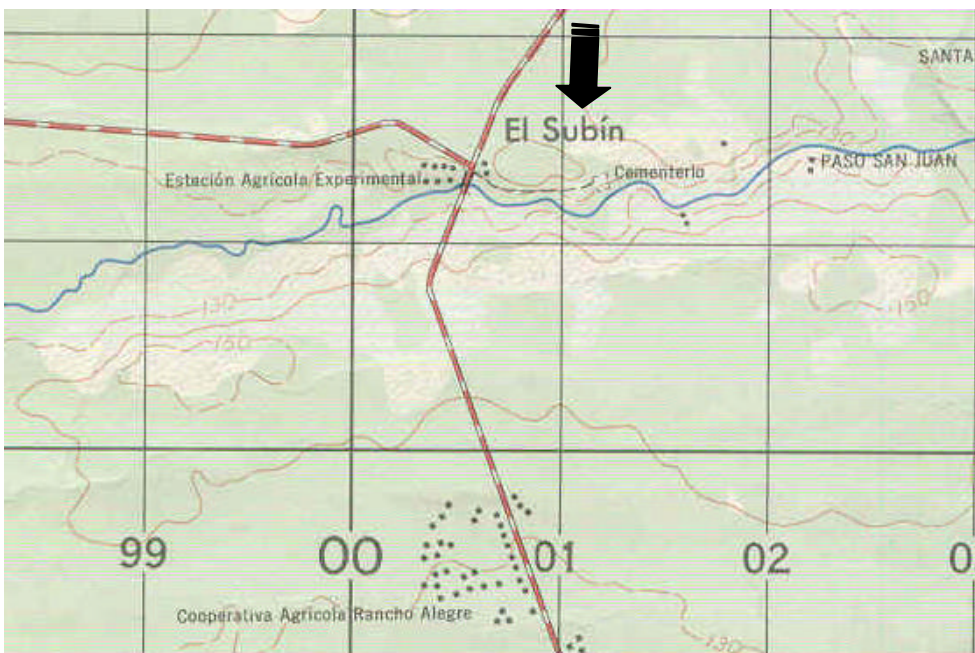
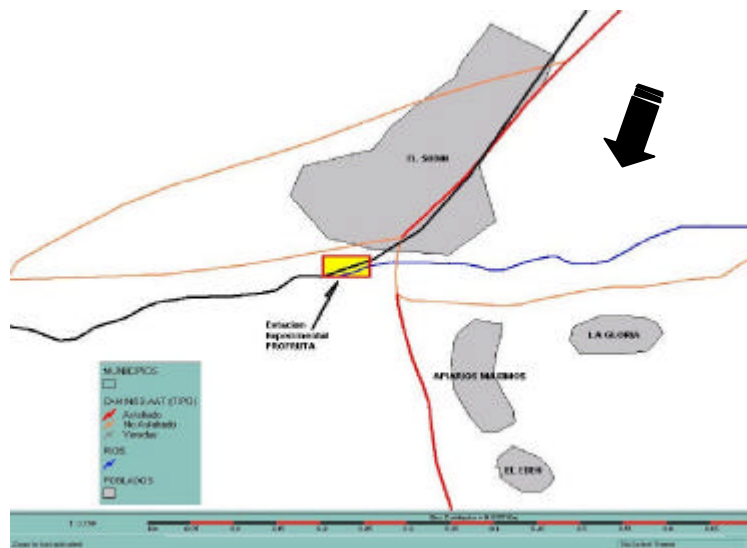
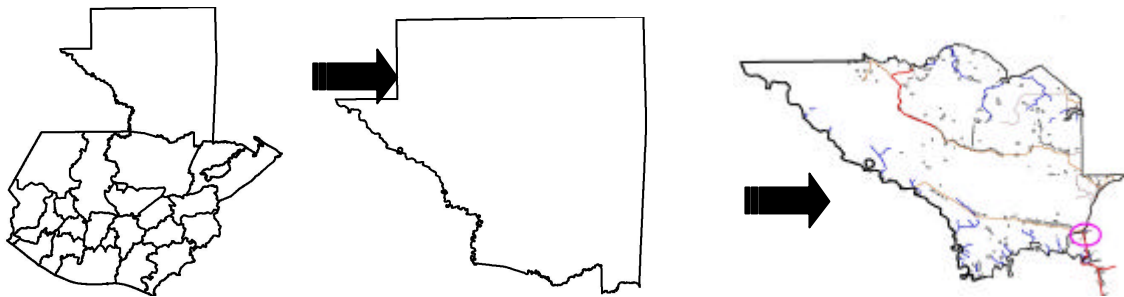
Los suelos donde se localiza la finca, son de textura arcillosa con un pH neutro, estos suelos tienen una profundidad de 30 a 40 cm., poseen buen drenaje y tienen una buena retención de humedad. (1)

#### **4.5. HIDROGRAFIA**

La principal corriente hídrica la constituye el río El Subín, el cual pasa a orillas de la finca, proporcionando el agua para riego y se usa en la temporada seca, este río se une con el río Usumacinta. (1)

#### **4.6. EXTENSION TERRITORIAL**

El vivero cuenta con doce manzanas de terreno, de las cuales nueve están sembradas y las otras tres con terrenos baldíos. El terreno esta distribuido de la siguiente manera: una manzana de aguacate, una manzana de limón persas, una manzana de mandarina, una manzana de mango, entre los surcos de mango hay diez surcos de piña, una manzana la cubre un vivero de cítricos y una manzana de carambola y guayaba y tres manzanas de papaya.



**4.7. Mapa de la región donde se realizó el diagnóstico. (2)**



## **5. METODOLOGIA**

5.1 Hacer un caminamiento por el área bajo estudio.

5.2 Pasar boleta a los habitantes del lugar sobre su actividad laboral.

5.3 Identificar el número de personas que se dedican a la producción de papaya.

5.4 A las personas que se dedican a la producción de papaya hacerles una entrevista sobre el manejo de dicho cultivo; preguntarles aspectos como:

5.4.1 Si el terreno es propio, ajeno o arrendado

5.4.2 Área bajo producción

5.4.3 Forma de siembra (pilones, siembra directa al campo, forma de propagación asexual), época de siembra, si cuenta o no con riego.

5.4.4 Época de cosecha.

5.4.5 Plan de fertilización

5.4.6 Forma y técnicas de preparación del suelo

5.4.7 Preguntarles sobre el rendimiento por área.

5.4.8 Preguntarles en que lugares venden el producto final.

5.4.9 Preguntarles que ganancia o pérdida obtienen por área.

## **6. RECURSOS**

6.1 Para la realización de la metodología se cuenta con los siguientes recursos:

6.2 Encuestas con las preguntas anteriores.

6.3 Apoyo por parte del perito agrónomo Eric Flores, quien es trabajador de PROFRUTA, en el caminamiento y presentación personal ante los habitantes del lugar.

## 7. RESULTADOS

Cuadro 1. Forma de producción del cultivo de papaya

	Total	%	Área	Área bajo producción	Época siembra	Forma siembra	Riego
No. Personas entrevistadas	12	100					
No. Personas terreno propio	3	25	1,1,2 caba.				
No. Personas terreno arrendado	2	17	4 mz.	4 mz	cualquier mes	Pilonos	si
MAGA-PROFRUTA -Misión china			10 mz	2 mz	cualquier mes	Pilonos	si
Personas sin propiedad ni arrend	7	58					

## 8. ANALISIS DE LA INFORMACION.

Del 100% de personas entrevistadas, el número de personas con terreno propio equivale al 25%, ninguna de ellas tiene sembrado papaya. El porcentaje de personas con terreno arrendado equivale al 17%, y la cantidad de personas que no tienen propiedad de terreno y que no arriendan equivale al 58%. De la cantidad de personas que poseen terreno propio, que equivale al 25% de los habitantes, el 50% de ellos poseen 1 caballería cada uno y el otro 50% posee 2 caballerías.

Del porcentaje de personas con terreno arrendado, que equivale al 17% del total de habitantes, ellos poseen alrededor de 0.4 hectáreas. En el cuadro 1 se observa que en la columna cantidad de tierra, al MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación), Misión china, le corresponden 10 manzanas de terreno, este terreno es propiedad del Gobierno de la república y esta destinado a PROFRUTA (Proyecto para el Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria), el cual es utilizado como centro de experimentación agrícola asimismo sirve como un centro para brindar capacitación en cultivos de frutales como papaya, guayaba, cítricos, carambola y otros y establecimiento de viveros. Otra de las finalidades de PROFRUTA es la producción de pilonos y plantas jóvenes a bajo costo para los agricultores de cualquier región del

Peten o de cualquier parte del país que deseen iniciarse en el cultivo de frutales. Otra de las misiones de PROFRUTA es demostrarle a los habitantes del Peten que esta región posee condiciones de suelo y de clima adecuadas para el establecimientos de frutales, con los cuales se obtiene una mayor rentabilidad en su comercialización, que con cultivos de subsistencia como maíz o frijol.

En la columna área bajo producción de papaya se observa que de la cantidad de personas con terreno propio, lo que representa aproximadamente el 25% del total de habitantes, ninguno de ellos posee cultivo de papaya. El 17% de los habitantes posee 4 manzanas de área sembrada con papaya, este porcentaje (17%) equivale al número de personas con terreno arrendado. La Misión técnica de la Republica de China en acuerdo con PROFRUTA, tiene sembrado un total de aproximadamente 2 manzanas de papaya, esto, como se mencionó el párrafo anterior, es una pequeña área demostrativa, para los agricultores de la comunidad.

En lo que a época de siembra se refiere, se observa en el cuadro 1 que tanto las personas con terreno arrendado (17%), así como el área bajo producción de la Misión china (2 manzanas), siembran en cualquier época del año, debido a que ambos poseen riego. Esta es precisamente una de las ventajas de la introducción de riego en áreas productivas o agrícolas, ya que con disponibilidad de agua, en el área de cultivo se puede sembrar en cualquier mes del año, y aprovechando que los pilones que utilizan para la siembra, son producidos por la Misión Técnica Agrícola de China, bajo condiciones de invernadero, prácticamente se tiene disponibilidad de plantas en cualquier época del año.

Cuadro 2. Cantidad producida y ganancia del cultivo de papaya

	Forma preparar suelo	Fertilización	Rendimiento	Ganancia
Personas con terreno propio	Alquiler de maquinaria			
Personas con terreno arrendado	1 pasada arado, 1 pasada roto Bator	T 15, urea	1700 lb/mz/semana	Q 50000 por año
Misión china-MAGA-PROFRUTA	1 pasada arado, 1 pasada roto Bator	T 15, urea	1700 lb/mz/semana	Q 50000 por año

Respecto a la forma de preparación del suelo se puede ver en el cuadro 2 que las personas que poseen terreno propio, que representan aproximadamente el 25% de los habitantes, todos ellos, aunque ninguno tiene cultivos de papaya, rentan maquinaria como son arados o rastras. Se puede observar también que las personas que arrendan terreno para sembrar papaya, que equivale a un 17% de la población, cuya área bajo producción es de 4 manzanas también preparan el suelo alquilando maquinaria. La forma de preparación la realizan de la siguiente manera: Al terreno primero le dan una pasada con arado y dos días después le dan una pasada con roto Bator. La misma forma de preparación del suelo, descrita anteriormente y que se puede observar en el cuadro 2, utiliza la misión china que tiene un área bajo producción de papaya de 2 manzanas, a excepción de que la misión técnica de China posee su propia maquinaria e implementos, la cual presta o alquila a agricultores de la región. La papaya es un cultivo que demanda una concentración adecuada y suministro constante de nitrógeno, fósforo y potasio, pero principalmente de nitrógeno. Debido a esto tanto las personas que producen papaya con terreno arrendado (17% de los agricultores de la región), que son 4 manzanas, así como la misión china, que tiene bajo producción 2 manzanas, aplican triple 15 y urea, esta aplicación la realizan cada mes, dependiendo de la edad de la planta, así es la dosis que aplican.

Tanto las personas que producen papaya con terreno arrendado (17% de la población) como la misión china obtienen un rendimiento de aproximadamente 1700 libras por manzana cada semana lo que equivale a una 40 toneladas por manzana por año. Esto indica que el cultivo tiene un alto rendimiento por área; el ciclo de producción es relativamente prolongado a menos que se interrumpa por enfermedad o por cambios de clima muy drásticos (principalmente de temperatura) aunque esto último únicamente disminuye la producción o el rendimiento durante el tiempo que dilate el cambio.

Como se puede observar en el cuadro 2 las personas que se dedican a la producción de papaya con fines comerciales pueden llegar a obtener una ganancia de Q 50,000 por manzana de cultivo cada año. Esto equivale a aproximadamente Q 150,000 por ciclo de producción, lo cual indica que la papaya es un cultivo, que bien manejado, es altamente rentable, respecto a

otros cultivos como maíz o frijol. Lo anterior puede ayudar a que se detenga el acelerado avance de la frontera agrícola, y también a que los habitantes, tenga un mejor nivel de vida. Cabe mencionar también que las personas que producen papaya con terreno arrendado venden el producto (la fruta) en Santa Elena, Peten. La producción del área de la misión china, que son 2 manzanas, aproximadamente el 50% de la producción la venden en Santa Elena, Peten y el otro 50% lo venden en la capital. Esto indica que la fruta de papaya es comercialmente aceptable por parte de los consumidores.

## **9. PROBLEMAS DELA REGION**

Algunos de los principales problemas que aun se tienen en la aldea El Subin son los siguientes:

1. La aldea posee buenas condiciones para exportar fruta a otros países (México por ejemplo), pero los agricultores no poseen capital suficiente para implementar cultivos de papaya.
2. Los agricultores no están organizados en asociaciones, lo cual no les permite ubicar sus productos en el mercado.
3. Los agricultores no saben que el cultivo de papaya ayuda a proteger el suelo porque forma una cobertura vegetal durante cerca de 2 años.
4. Los agricultores no reciben ninguna capacitación sobre el manejo de cultivos, tampoco reciben capacitación sobre el uso del suelo, ya que este es quizá el recurso más importante dentro de la agricultura.

5. Uno de los más graves problemas que se tienen en esta área es que debido a que los agricultores no poseen suficiente capital para implantar cultivos rentables como la papaya o guayaba, destruyen el bosque lo cual provoca el secamiento de las fuentes de agua como ríos o lagunas.

## **10. CONCLUSIONES**

1. Los agricultores no reciben ninguna capacitación sobre el manejo de cultivos de frutales, tampoco reciben capacitaciones sobre el uso adecuado del suelo.

2. En cuanto a producción se refiere, tanto las personas que producen papaya con terreno arrendado como la misión china obtienen un rendimiento de aproximadamente 1700 libras por manzana cada semana lo que equivale a unas 40 toneladas por manzana por año. Esto indica que el cultivo tiene un alto rendimiento por área. El ciclo de producción es relativamente prolongado a menos que se interrumpa por enfermedad o por cambios de clima muy drásticos (principalmente de temperatura).

### **10.1 RECOMENDACIONES**

1. Dar capacitación sobre el manejo adecuado de cultivos de frutales principalmente en lo que se refiere a protección del recurso suelo.

2. Realizar parcelas demostrativas de papaya para que los agricultores puedan observar el proceso de producción, comercialización y asimismo puedan darse cuenta de la rentabilidad que se puede obtener con este cultivo.

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. IGN (Instituto Geográfico Nacional. USAC, GT). 1980. Diccionario geográfico nacional. 2 ed. Guatemala. José de Pineda Ibarra. tomo 2, p. 963-965.
2. MAGA. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la republica de Guatemala. Guatemala. Esc: 1:250000. 1 CD.
3. PROFRUTA (Proyecto para el Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria, GT). 1999. Manual del cultivo de la papaya. Guatemala. p. 1-36.

## 10. ANEXOS

### 10.1. ANEXO 1

Boleta de encuesta.

Terreno propio \_\_\_\_\_ ajeno \_\_\_\_\_ arrendado \_\_\_\_\_

Área bajo producción \_\_\_\_\_

Forma de siembra \_\_\_\_\_

Época de siembra \_\_\_\_\_

Posee riego \_\_\_\_\_ Época de la cosecha \_\_\_\_\_

Plan de fertilización \_\_\_\_\_

Forma de preparación del suelo \_\_\_\_\_

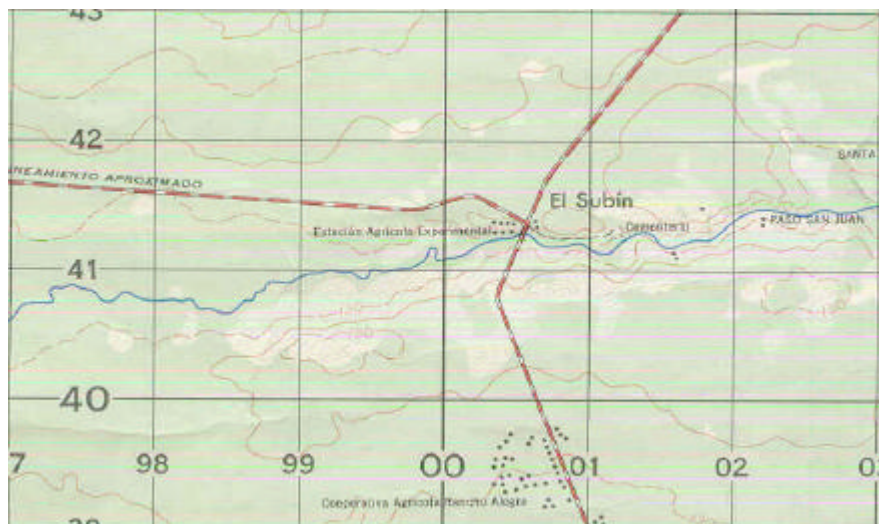
Rendimiento por área \_\_\_\_\_

Lugares donde venden el producto final \_\_\_\_\_

Que ganancia o pérdida obtiene por área \_\_\_\_\_

### 10.2. ANEXO 2

Mapa del área.





**UNVIERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION DE 5 SUSTRATOS PARA LA PRODUCCION DE PILONES DE  
PAPAYA (Carica papaya), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA  
ALDEA EL SUBIN, LA LIBERTAD, EL PETEN.**

**FIVE SUBSTRATS EVALUATION TO PRODUCE SEEDLING OF PAPAYA IN  
GREENHOUSE CONDITION, (Carica papaya) AT SUBIN, LA LIBERTAD,  
PETEN.**

**HUGO PALMA CHAVARRIA**

**Guatemala, Septiembre de 2005**

## INDICE DE LA INVESTIGACION

### CONTENIDO

#### PAGINA

INDICE	DE	CUADROS
20		
INDICE	DE	FIGURAS
21		
RESUMEN		
22		
I. INTRODUCCION		24
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		25
III. MARCO CONCEPTUAL		26
3.1 Marco teórico		26
3.1.1 Que es un sustrato		26
3.1.2 Propiedades de los sustratos de cultivo		26
3.1.2.1 Propiedades físicas		26
3.1.2.2 Propiedades químicas		27
3.1.2.3 Propiedades biológicas		28
3.1.2 Características del sustrato ideal		29
3.1.3 Tipos de sustratos		30
3.1.3.1 Según sus propiedades		30
3.1.3.2 Según el origen de los materiales		30
3.1.3.3 Características de un buen sustrato		31
3.1.3.4 Materiales empleados para elaborar sustratos		31
3.1.3.5 Clasificación de sustratos		32
3.1.3.6 Descripción general de algunos sustratos		36
A) Sustratos naturales		36
B) Sustratos artificiales		38
3.1.3.7 Fertirriego, invernaderos y sustratos artificiales		40
3.1.3.8 Propiedades de los sustratos de cultivo		41
3.1.3.9 Tipos de sustratos		44
A) Según sus propiedades		44
B) Según el origen de los materiales		44
C) Materiales inorgánicos o minerales		45
3.1.3.10 Tipos de sustratos a utilizar		45
3.1.3.11 Desinfección del sustrato		46
3.1.3.12 Producción de pilones de papaya		47
3.1.3.13 Tipos de sustratos		47
3.1.3.14 Protección de las semillas contra organismos patógenos		47
3.1.3.15 Termoterapia		48
3.1.3.16 Producción de plántulas en recipientes, bajo techo		49
3.1.3.17 Instalaciones		49
3.1.3.18 Prueba H de Kruskal-Wallis para DCA		49
3.1.3.19 La distribución normal		51

3.2	Marco referencial	53
3.2.1	Descripción del material geneático utilizado	53
3.2.2	Descripción general del sitio experimental	53
3.2.3	Ubicación y vías de acceso	53
3.2.4	Condiciones climáticas	53
3.2.5	Suelos	53
IV.	Hipótesis	55
V.	Objetivos	56
5.1	General	56
5.2	Específicos	56
VI.	Metodología	57
6.1	Tratamientos	57
6.2	Unidad experimental	57
6.3	Diseño experimental y numero de repeticiones	57
6.4	Modelo estadístico	57
6.5	Croquis del experimento	57
6.6	Variables evaluadas	58
6.7	Análisis de la información	58
VII.	Resultados y discusión	59
7.1	Resultados y discusión de la variable porcentaje de germinación de la semilla a los 20 días después de la siembra	59
7.2	Resultados y discusión de la variable incidencia de Enfermedades	60
7.3	Resultados y discusión de la variable altura de la planta a los 30 días después de la siembra	61
7.4	Resultados y discusión del análisis de rentabilidad	62
VIII.	Conclusiones	63
IX.	Recomendaciones	64
X.	Bibliografía	65
XI.	Anexos	67
11.1	Anexo 1: ANDEVA del porcentaje de germinación	67
11.2	Anexo 2: Prueba H de Kruskal-Wallis de la incidencia de Enfermedades	67
11.3	Anexo 3: ANDEVA de la altura de la planta	68
11.4	Prueba de Tukey de la altura de la planta	68

## INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO</u>	<u>PAGINA</u>
1. Propiedades de las turbas	36
2. Propiedades de la perlita	39
3. Croquis del experimento	57
4. Porcentaje de germinación de la semilla	59
5. Incidencia de enfermedades	58
6. Altura de la planta a los 30 días después de la siembra	59
7. Resultados de la prueba de medias de Tukey de la altura de la planta	59
8. Análisis de rentabilidad de los diferentes sustratos	60
9. Andeva del porcentaje de germinación de la semilla	67
10. Prueba H de Kruskal-Wallis para la incidencia de enfermedades	67
11. Andeva de la altura de la planta a los 30 días después de la siembra	68
12. Prueba de medias de Tukey de la altura de la planta	68

## INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PAGINA</u>
1. Cultivo en invernadero	35
2. Tipos de sustratos	44
3. Ubicación geográfica de la región donde se realizó el experimento	54

**EVALUACION DE 5 SUSTRATOS PARA LA PRODUCCION DE PILONES DE PAPAYA (Carica papaya), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA ALDEA EL SUBIN, LA LIBERTAD, EL PETEN.**

**FIVE SUBSTRATS EVALUATION TO PRODUCE SEEDLING OF PAPAYA IN GREENHOUSE CONDITION, (Carica papaya) AT SUBIN, LA LIBERTAD, PETEN.**

**RESUMEN**

El experimento se realizo en la comunidad El Subin, La Libertad, El Peten, en condiciones de invernadero y el objetivo fue determinar el tratamiento con el mayor porcentaje de germinación de la semilla, la menor incidencia de enfermedades y la mayor altura de plantas y al mismo tiempo estimar la rentabilidad con el uso de los diferentes sustratos.

Para la elaboración de los diferentes sustratos se utilizo aserrín descompuesto, tierra y arena de río en diferentes proporciones. El porcentaje de germinación de la semilla puede verse afectado si no se usa la combinación o proporciones adecuadas de los materiales que se utilizaron como medio de propagación a menos que se utilice sustrato comercial. Cuando se preparan sustratos mezclando 25% de aserrín descompuesto, 25% de tierra y 50% de arena de río, el porcentaje de germinación se incrementa en un buen número respecto a otros sustratos. Con esta combinación se obtienen porcentajes de germinación de alrededor del 80%.

Otro aspecto a considerar al momento de producir pilones de papaya es la incidencia de enfermedades. La forma de desinfección que se utilizo para esterilizar los materiales o mezclas antes de realizar la siembra, es una forma barata y se obtienen buenos resultados puesto que la incidencia de enfermedades en cada uno de los tratamientos fue bastante baja.

. La mayor altura de planta se obtuvo con el tratamiento 3, el cual estuvo conformado por 50% de aserrín descompuesto, 25% de tierra y 25% de arena de río, respecto al testigo.

La mayor rentabilidad se obtuvo con el tratamiento 5 (38%), el cual estuvo conformado por 25% de aserrín descompuesto, 25% de tierra y 50% de arena de río; la menor se obtuvo con el tratamiento 4 que estuvo

conformado por 25% de aserrín descompuesto, 50% de tierra y 25% de arena de río, respecto al testigo.

El tratamiento mas adecuado para la producción de pilones de papaya fue el tratamiento 5, puesto que de acuerdo al análisis de las diferentes variables respuesta es este tratamiento el que presento mayor porcentaje de germinación de la semilla, menor incidencia de enfermedades y la mayor rentabilidad.

## I. INTRODUCCION

La papaya es una planta de crecimiento rápido y continuo, con un ciclo de cultivo relativamente prolongado, entre los frutales es el de más rápido crecimiento y temprana producción, por esto la papaya requiere de un manejo adecuado en su fase inicial, para que cuando llegue la época de trasplante se cuente con plantas vigorosas, para que no haya problemas en su etapa productiva.

La producción de pilones de papaya puede verse afectada debido a los sustratos que se utilicen. El porcentaje de germinación puede resultar afectado por la proporción de materiales que se utilicen para la elaboración de sustratos. La presencia de enfermedades puede ser muy alta no solo por el tipo de material utilizado como sustrato sino por el tratamiento de desinfección que se le de al mismo. La vigorosidad de la planta se puede ver por su altura, la cual puede verse influenciada por el tipo de sustrato empleado para su desarrollo. Otro factor a considerar en las explotaciones agrícolas es la rentabilidad la cual depende no solo del tipo de material que se utilice como sustrato sino de aspectos como la incidencia de enfermedades, el numero de semillas germinadas y las instalaciones en las cuales se efectúe la producción.

El cultivo de la papaya necesita para poder desarrollarse de un sustrato intermedio entre arenoso y arcilloso, o bien franco; es importante que este sustrato tenga ciertas características físicas y químicas; las químicas se pueden controlar no así las físicas. Para la producción de pilones de papaya en bandeja se pueden utilizar tierra limo-arenosa sola o mezclada con material orgánico y tierra arcillosa. Debido a que el sustrato que se utilice para la siembra será un medio de desarrollo del sistema radical y por consiguiente del suministro de nutrientes y agua, es necesaria la desinfección del mismo cuando se utilice suelo como tal, ya sea solo o mezclado con materia orgánica.

Tomando en cuenta los factores anteriores se realizo la presente investigación con el objetivo de determinar la combinación adecuada de los diferentes materiales empleados para la elaboración de sustratos y al mismo tiempo se plantea el uso de métodos de desinfectación de materiales, de bajo costo.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tierra negra es el material que generalmente usan como sustrato los productores de papaya de la aldea El Subin, otros usan aserrín mezclado con tierra; aunque se han tenido buenos resultados se tienen problemas tales como la no-germinación de las semillas y también transmisión de enfermedades.

Los problemas de bajo porcentaje de germinación de la semilla pueden ser causados porque al sustrato no se le da el tratamiento de desinfección adecuado y además porque se usan semillas de baja calidad, vieja, o no certificada, aunque esta última su costo es bastante elevado, alrededor de 200 dólares la libra. Otra de las causas del bajo porcentaje de germinación es porque no se usan sustratos adecuados, como el sustrato comercial, el cual viene enriquecido con minerales y pH ajustado, aunque este también tiene costo elevado.

Por otra parte, uno de los problemas más graves que se tiene en la propagación de plantas por semilla es la presencia de enfermedades, estas se pueden transmitir por medio del sustrato el cual ya se encuentra infectado por el viento o sino por insectos vectores. De acuerdo con el Manual del Cultivo de Papaya de la Misión Agrícola de China, otra enfermedad que se presenta en la papaya es la mancha anular de la papaya, la cual es causada por un virus, del tipo de los potyvirus; la enfermedad generalmente es conocida como VMAP: virus de la mancha anular de la papaya y es una de las enfermedades más destructivas, llegando a ocasionar desde un 5 hasta un 100% de pérdidas. (7)

Tomando en cuenta los problemas mencionados anteriormente y que son los que comúnmente se presentan en el cultivo de papaya en su primera fase de desarrollo, se plantea usar la reproducción sexual ya que con este tipo de propagación se evita la transmisión del virus del anillado ya que este es el principal problema que se tiene en este cultivo.



### **III. MARCO CONCEPTUAL**

#### **3.1. MARCO TEORICO**

##### **3.1.1. ¿Qué es un sustrato?**

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. (17)

##### **3.1.2. Propiedades de los sustratos de cultivo.**

###### **3.1.2.1. Propiedades físicas.**

###### **A) Porosidad.**

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones. (12)

El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado. (12)

El equilibrio aire/agua se representa gráficamente mediante las curvas de humectación. Se parte de un volumen unitario saturado de agua y en el eje de ordenadas se representa en porcentaje el volumen del material sólido más el volumen de porosidad útil. Se le somete a presiones de succiones crecientes, expresadas en centímetros de columnas de agua, que se van anotando en el eje de abscisas. A cada succión corresponderá una extracción de agua cuyo volumen es reemplazado por el equivalente de aire. De modo que a un valor de abscisas corresponde una ordenada de valor igual al volumen del material sólido más el volumen de aire. (12)

###### **B) Densidad.**

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada

considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.(12)

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-01) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.(12)

### **C) Estructura.**

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas. (12)

### **D) Granulometría.**

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría. (12)

#### **3.1.2.2. Propiedades químicas.**

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza. (12)

**A) Químicas.** Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- Efectos fitotóxicos por liberación de iones  $H^+$  y  $OH^-$  y ciertos iones metálicos como el  $Co^{+2}$ .
- Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos micros elementos.
- Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.(12)

**B) Físico-químicas.** Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (CIC.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.(12)

**C) Bioquímicas.** Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO<sub>2</sub> y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica. (12)

Normalmente se prefieren son sustratos inertes frente a los químicamente activos. La actividad química aporta a la solución nutritiva elementos adicionales por procesos de hidrólisis o solubilidad. Si éstos son tóxicos, el sustrato no sirve y hay que descartarlo, pero aunque sean elementos nutritivos útiles entorpecen el equilibrio de la solución al superponer su incorporación un aporte extra con el que habrá que contar, y dicho aporte no tiene garantía de continuidad cuantitativa (temperatura, agotamiento, etc). Los procesos químicos también perjudican la estructura del sustrato, cambiando sus propiedades físicas de partida. (12)

### **3.1.2.3. Propiedades biológicas.**

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido. (12)

Así las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

#### **A) Velocidad de descomposición.**

La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos

biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.

### **B) Efectos de los productos de descomposición. (12)**

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción. (12)

### **C) Actividad reguladora del crecimiento.**

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo.(12)

#### **3.1.2.4 Características del sustrato ideal.**

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. (12)

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

#### **a) Propiedades físicas:**

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).

#### **b) Propiedades químicas:**

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.

- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

### c) Otras propiedades.

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo coste.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

(12)

### 3.1.3. Tipos de sustratos.

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.(12)

#### 3.1.3.1. Según sus propiedades.

- **Sustratos químicamente inertes.** Arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc. (12)
- **Sustratos químicamente activos.** Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc. (12)

Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal.

(12)

#### 3.1.3.2. Según el origen de los materiales.

##### A) Materiales orgánicos.

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turba).

- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poli estireno expandido, etc.).
- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, aserrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.). (12)

### **B) Materiales inorgánicos o minerales.**

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
- Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).
- Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.). (12)

#### **3.1.3.3. Características de un buen sustrato**

El sustrato ideal debe ser estable, es decir, no perder fácilmente sus cualidades físicas (apelmazamiento). Debe ser ligero, es decir con una baja densidad aparente. Debe tener macro poros que permitan la aireación de las raíces. Este espacio debe ser un 20 % del volumen total. Su pH debe estar alrededor de 6-6.5 que es el ideal para casi todas las plantas. Tiene que ser estéril, es decir, libre de organismos patógenos para las plantas. Tiene que tener capacidad de retención de nutrientes, y para ello debe estar presente la materia orgánica que tiene buena capacidad de intercambio iónico. Debe permitir retener agua pero sin poner en peligro la aireación. Este volumen de agua retenida debe ser el 25 % del volumen total. (3)

De igual modo, un sustrato ideal debe ser mojable, esto es, que si se seca tiene que volver a mojarse con facilidad (problema que tiene la turba). (3)

### **3.1.3.4. Materiales empleados normalmente en la elaboración de sustratos**

Existe un elevado número de materiales aptos para la formación de sustratos. En general los más conocidos son: Las turbas, los residuos forestales (hojas y cortezas), las arenas y los materiales sintéticos (perlita, vermiculita, lana de roca, poli estireno, etc.) para cultivos en macetas. Para cultivos en pleno suelo también se elaboran sustratos con estiércoles, mantillos, tierra vegetal, etc. (3)

### **3.1.3.5. Clasificación de los sustratos**

#### **A) Sustratos orgánicos**

#### **B) Sustratos inorgánicos**

Como mencionábamos en el apartado anterior, existe un elevado número de materiales para ser utilizados como medios de cultivo de las plantas desarrolladas sin suelo. La elección de un material u otro vendrá determinada por varios factores: la disponibilidad del mismo, la finalidad de la producción, su coste, las propiedades físico-químicas y las experiencias previas en su utilización. Los sustratos pueden clasificarse en orgánicos (de origen natural, de síntesis, de subproductos o de residuos agrícolas, industriales y urbanos) e inorgánicos o minerales (de origen natural, transformados o tratados, y residuos o subproducto industriales). (8)

#### **A) Sustratos orgánicos**

**A.1) Turbas.** Están formadas por restos de musgos y otras plantas superiores que se hallan en proceso de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, a causa de un exceso de agua, por lo que conservan largo tiempo su estructura anatómica. Los residuos vegetales pueden depositarse en diferentes ecosistemas lo que daría lugar a la formación de dos tipos de turba: *Sphagnum* u *oligotróficas* y *herbáceas* o *eutróficas*. Las turbas *Sphagnum* son los componentes orgánicos más utilizados en la actualidad para medios de cultivos

que crecen en macetas, debido a sus excelentes propiedades físico-químicas. Sin embargo, y a pesar de que durante casi 30 años las turbas han sido los materiales más utilizados como sustratos, en los últimos tiempos han sido sustituidos por los inorgánicos debido a alteraciones microbiológicas e interacciones con la disolución nutritiva, rápida descomposición, aireación reducida, etc. Además, las reservas de turba son limitadas y no renovables, por lo que su uso indiscriminado puede originar un impacto medioambiental de importancia. Además de las turbas existen otros sustratos orgánicos como el orujo -propio de los países mediterráneos, donde este material se encuentra en abundancia-, la paja de cereales o el aserrín. (8)

**A.2) Cortezas de madera.** Se trata de un término que incluye a la corteza interna (floema vivo) y a la corteza externa de los árboles. Se pueden utilizar cortezas de diferentes árboles siendo las más utilizadas las de pino. Pueden estar en estado fresco o compostadas, las primeras pueden provocar una deficiencia en nitrógeno (N) y problemas de fitotoxicidad; el compostaje reduce estos problemas. Sus propiedades físicas dependen del tamaño de la partícula, pero la porosidad suele superar el 80-85%.

## **B) Sustratos inorgánicos**

**B.1) Lana de roca.** Es un producto mineral transformado industrialmente por temperaturas elevadas. Se trata de un silicato de Al (aluminio) con presencia de Ca (calcio) y Mg (magnesio) y trazas de hierro (Fe) y manganeso (Mn). Este sustrato se utiliza principalmente en países europeos como Holanda, Francia, Reino Unido o Dinamarca. Es un material con una porosidad total elevada (superior al 95%), una alta capacidad de retención de agua fácilmente disponible y gran aireación, sin embargo, desde el punto de vista químico, es prácticamente inerte, sin ninguna capacidad tampón, lo que exige un perfecto control de la nutrición hídrica y mineral. Por otro lado, presenta el problema de la eliminación de residuos, una vez finalizada su vida útil. En los últimos años se ha extendido el rumor de que la lana de roca pudiera ser cancerígena y producir irritaciones en la piel, pero ambos efectos no están demostrados científicamente. (Csaba, 1995). (8)



**B.2) Espuma de poliuretano.** Es muy resistente pudiéndose utilizar entre 10 y 15 años. Se emplea con asiduidad en Bélgica, pero al igual que la lana de roca, su alto precio constituye el factor limitante para su uso en otros países y su dificultad para la eliminación la convierten en un material complejo. En la actualidad se están desarrollando otro tipo de plásticos para sustratos. Son más baratos, químicamente inertes y presentan propiedades hidrofóbicas. De nuevo aparece el problema ambiental de la eliminación. (8)

**B.3) Perlita.** Se trata de un silicato aluminico de origen volcánico. Se comercializa bajo distintos tipos que se diferencian en la distribución del tamaño de sus partículas y en su densidad. Presenta buenas propiedades físicas, sobre todo el tipo denominado B-12, lo que facilita el manejo del riego y minimiza los riesgos de asfixia o déficit hídrico. Numerosos artículos muestran los buenos rendimientos de la perlita, empleada como sustrato, en la producción de los cultivos. Un estudio comparativo de perlita, lana de roca y arena en la producción y calidad del melón, mostró resultados similares al emplear perlita o lana de roca. (Guler *et al.*, 1995). No obstante, existe un inconveniente, la posibilidad de degradación durante el ciclo de cultivo, perdiendo su estabilidad granulométrica, lo que puede favorecer un anegamiento en el interior del recipiente. Aún así, su bajo coste hace que en los últimos años se haya incrementado la superficie dedicada al cultivo en sacos de perlita. (8)

**B.4) Arena.** Es un material de naturaleza silíceo y de composición variable, que depende de los componentes de la roca silicatada original. Puede proceder de las canteras o de ríos o ramblas. Es necesario que las arenas estén exentas de limos, arcillas y carbonatos cálcicos ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ); de acuerdo con el estudio realizado en Egipto por Abou-Hadid *et al.*, (1987), se observa que cultivos desarrollados sobre arena y sobre lana de roca presentan resultados similares. Existen experiencias, realizadas en China, donde se ha utilizado la arena como soporte obteniéndose excelentes resultados (Mancini and Mugnoz, 1993, Fujiyama and Nagal, 1987). En el sudoeste de España, la arena constituye el sustrato más utilizado, aunque su uso está decreciendo debido a las restricciones legales en materia medioambiental (Martínez y Abad, 1992). En

resumen, de las experiencias realizadas en países como España y Egipto puede deducirse que la arena es un buen sustrato y debe ser utilizado en países donde este material se encuentre en abundancia, ya que todo hace pensar en problemas de suministro en un futuro no muy lejano. Esta situación junto con los problemas derivados del uso de determinadas arenas de baja calidad, hace necesaria la búsqueda de nuevos materiales alternativos. (8)

**B.5) Sepiolita.** La sepiolita es un mineral de la arcilla cuya composición está basada principalmente en silicato de magnesio hidratado. En España se ha desarrollado un experimento a escala comercial, en invernaderos de polietileno, para evaluar el comportamiento de la arena, la perlita, la lana de roca y la sepiolita y esta última mezclada con leonardita. Los resultados indican que los rendimientos más altos se obtuvieron con una mezcla de perlita, sepiolita y lana de roca (Martinez y Abad, 1992). Estos autores demuestran las buenas cualidades de la sepiolita en condiciones de elevada salinidad, resaltando la ausencia de contaminantes y su excelente precio. (8)

**B.6) Nutrient Film Technique (NFT).** Es un sistema de producción en los cultivos sin suelo donde recircula la disolución nutritiva. Además del ahorro de agua, la técnica permite un control más preciso sobre la nutrición de la planta. La simplicidad del sistema ha permitido un alto grado de automatización en las instalaciones. El NFT se basa en la circulación continua o intermitente de una fina lámina de disolución nutritiva a través de las raíces del cultivo, sin que éstas se encuentren inmersas en sustrato alguno, sino que quedan sostenidas por un canal de cultivo, en cuyo interior fluye la disolución hacia cotas más bajas por gravedad. (8)

El agua se encuentra muy fácilmente disponible para el cultivo. Esto representa una de las mayores ventajas del sistema, ya que es mínimo el gasto de energía que debe realizar la planta en la absorción, derivando esta energía hacia otros procesos metabólicos. La renovación continua de la disolución nutritiva en el entorno de la raíz permite un suministro adecuado de nutrientes minerales y oxígeno, siempre que se realice un correcto manejo del sistema. (8)



**Figura 1. Cultivo en invernadero. (9)**

### 3.1.3.6. Descripción general de algunos sustratos.

#### A) Sustratos naturales.

##### A.1) Agua.

Es común su empleo como portador de nutrientes, aunque también se puede emplear como sustrato. (12)

##### A.2) Gravas.

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 Mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1.500-1.800 Kg./m<sup>3</sup>. Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse.

**Cuadro 1. Propiedades de las turbas. (12)**

<b>Propiedades de las turbas (Fernández et al. 1998)</b>		
<b>Propiedades</b>	<b>Turbas rubias</b>	<b>Turbas negras</b>
Densidad aparente (gr./cm <sup>3</sup> )	0,06 - 0,1	0,3 - 0,5
Densidad real	1,35	1,65 - 1,85

(gr./cm <sup>3</sup> )		
Espacio poroso (%)	94 o más	80 - 84
Capacidad de absorción de agua (gr. /100 gr. m.s.)	1.049	287
Aire (% volumen)	29	7,6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33,5	24
Agua de reserva (% volumen)	6,5	4,7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	25,3	47,7
CIC. (meq/100 gr)	110 – 130	250 o más

### **A.3) Arenas.**

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 Mm. de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. (12)

### **A.4) Tierra volcánica.**

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y

óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La CIC. es tan baja que debe considerarse como nulo. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo. (12)

#### **A.5) Turbas.**

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica. (12)

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbas rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícola en semilleros. (12)

#### **A.6) Corteza de pino.**

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria maderera. Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad. Las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas. Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0,8 Mm. es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0,1 a 0,45 g/cm<sup>3</sup>. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. El pH varía de medianamente ácido a neutro. La CIC es de 55 meq/100 g. (12)

**A.7) Fibra de coco.**

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y una densidad aparente de 200 Kg. /m<sup>3</sup>. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee. (9)

**B) Sustratos artificiales.****B.1) Lana de roca.**

Es un material obtenido a partir de la fundición industrial a más de 1600 °C de una mezcla de rocas basálticas, calcáreas y carbón de coke. Finalmente al producto obtenido se le da una estructura fibrosa, se prensa, endurece y se corta en la forma deseada. En su composición química entran componentes como la sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc. (9)

Es considerado como un sustrato inerte, con una CIC. casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años. (9)

Es un material con una gran porosidad y que retiene mucha agua, pero muy débilmente, lo que condiciona una disposición muy horizontal de las tablas para que el agua se distribuya uniformemente por todo el sustrato. (9)

**B.2) Perlita.**

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1.000-1.200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1,5 y 6 Mm., con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m<sup>3</sup>. Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su CIC. es prácticamente nula (1,5-2,5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7-7,5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc. (9)

**Cuadro 2. Propiedades de la perlita. (9)**

<b>Propiedades de la perlita (Fernández et al. 1998)</b>			
<b>Propiedades físicas</b>	<b>Tamaño de las partículas (mm de diámetro)</b>		
	<b>0-15 (Tipo B-6)</b>	<b>0-5 (Tipo B-12)</b>	<b>3-5 (Tipo A-13)</b>
Densidad aparente (Kg./m <sup>3</sup> )	50-60	105-125	100-120
Espacio poroso (%)	97,8	94	94,7
Material sólido (% volumen)	2,2	6	5,3
Aire (% volumen)	24,4	37,2	65,7
Agua fácilmente disponible (% volumen)	37,6	24,6	6,9
Agua de reserva (% volumen)	8,5	6,7	2,7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	27,3	25,5	19,4

**B.3)****Vermiculita.**

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a los 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 Kg./m<sup>3</sup>, presentándose en escamas de 5-10 Mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse. (9)

**B.4) Arcilla expandida.**

Se obtiene tras el tratamiento de de nódulos arcillosos a más de 100 °C, formándose como unas bolas de corteza dura y un diámetro, comprendido entre 2 y 10 mm. La densidad aparente es de 400 kg/m<sup>3</sup> y posee una baja capacidad de retención de agua y una buena capacidad de aireación. Su CIC. es prácticamente nula (2-5 meq/l). Su pH está comprendido entre 5 y 7. Con relativa frecuencia se mezcla con turba, para la elaboración de sustratos. (9)

#### **B.5) Poli estireno expandido.**

Es un plástico troceado en flóculos de 4-12 Mm., de color blanco. Su densidad es muy baja, inferior a 50 Kg./m<sup>3</sup>. Posee poca capacidad de retención de agua y una buena posibilidad de aireación. Su pH es ligeramente superior a 6. Suele utilizarse mezclado con otros sustratos como la turba, para mejorar la capacidad de aireación. (9)

#### **3.1.3.7. Fertirriego en cultivos intensivos, invernaderos y con sustratos artificiales**

El cultivo de hortalizas y flores en invernaderos sobre dunas de arena y/o en sustratos inertes requiere un especial y preciso control del fertirriego. Esto se debe a que por un lado, se trata de cultivos delicados, con corto e intenso período de crecimiento, muy sensibles al manejo nutricional y con un sistema radicular poco desarrollado. Por otro lado, la CIC de estos medios de cultivo es muy baja y no contribuyen nutrientes, siendo la única fuente de nutrientes a través del sistema de fertirriego. Esta situación se potencia aún más cuando se cultiva en contenedores o macetas donde las raíces están confinadas en un volumen muy limitado (Bunt, 1988). (3)

Los fertilizantes están disueltos en una solución nutritiva la cual es inyectada a la línea de agua de riego a través de bombas de fertilizantes hidráulicas o electrónicas. Estas bombas son muy exactas y sofisticadas, y se adaptan a la automatización, lo cual es necesario ya que los cultivos son fertirrigados en pulsos muy cortos varias veces por día. (3)

La dosificación cualitativa o proporcional es la única manera de lograr un control preciso de la concentración y del momento de inyección, tal como se requieren en invernaderos y/o sustratos artificiales. (3)



Las plantas se pueden nutrir con lo que el suelo les brinda. Pero la composición de la tierra y otros sustratos orgánicos como el estiércol, distintos tipos de compost y lombricompostos varían ampliamente, según las partidas y, además, cambian sus propiedades a lo largo del tiempo. Por ello, aunque tienen todos los nutrientes, la mayor parte de los sustratos orgánicos los poseen en forma limitada o no balanceada para las plantas. Casi siempre los nutrientes no están a disposición de las raíces en el momento en que éstas lo requieren. Esto se debe a que estos medios orgánicos deben sufrir su descomposición para que se liberen los nutrientes. Este proceso que se llama mineralización y ocurre por las necesidades energéticas de bacterias y hongos que viven en la tierra. La liberación de nutrientes se debe a esas necesidades de estos organismos microscópicos y no a los requerimientos de nutrientes de las plantas. Cuando la nutrición vegetal se basa en la mineralización de compuestos orgánicos, su aplicación en primavera temprana es necesaria, porque la mineralización depende de la temperatura. Al aumentar la temperatura aparecen los nutrientes disponibles para las raíces. Esto nos lleva a una primera respuesta a nuestro interrogante inicial: en el caso que nuestras plantas dependen del suelo y de otros sustratos orgánicos para tomar sus nutrientes, entonces puede ser correcto aportar nutrientes en la primavera. (14)

### **3.1.3.8. Las propiedades de los sustratos de cultivo:**

Dentro de las **propiedades físicas** se encuentra la **porosidad**. Esta es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones. (1)

La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Mientras en unos son ocupados por el agua otros lo está por el aire. El

equilibrio aire/agua es muy importante ya que influirá en la frecuencia de riego el comportamiento radicular de la planta. (1)

Otra propiedad es La **densidad** de un sustrato y que se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. **La estructura es otra de las propiedades de un sustrato** y puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas. (1)

Con respecto a la granulometría, diremos que el tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría. (1)

Ya dentro de las propiedades químicas está la reactividad química de un sustrato que podemos definir como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

**A) Químicas.** Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- Efectos fitotóxicos por liberación de iones.
- Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos microelementos.
- Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta. (1)

**B) Físico-químicas.** Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (CIC.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta. (1)

**C) Bioquímicas.** Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO<sub>2</sub> y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica. (1)

Otra de las propiedades es la **biológica**.

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular.

Así las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

a) Velocidad de descomposición.

La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos

biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.

b) Efectos de los productos de descomposición.

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción. (1)

c) Actividad reguladora del crecimiento.

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo. (1)



**Figura 2. Tipos de sustratos. (1)**

### **3.1.3.9. Tipos de sustratos**

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc. (1)

#### **A) Según sus propiedades:**

- Sustratos químicamente inertes. Arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc. (1)
- Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc. (1)

Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por

parte del sustrato. Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización. Almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal.  
(1)

### **B) Según el origen de los materiales:**

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turberas). (1)
- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poli estireno expandido, etc.).
- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, aserrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

### **C) Materiales inorgánicos o minerales:**

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).(1)
- Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).
- Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.).(1)

### **3.1.3.10. Tipos de sustratos a utilizar**

La mayoría de los productores utilizan tierra de aluvión (limo - arenosa) como el "Topuri" en Michoacán ó el "Cuelilla y Yocuela" en Oaxaca y Guerrero ó Tierra lama en muchos otros Estados de México. Pueden utilizarlo para el llenado de las bolsas sólo ó mezclados con material orgánico y tierra "pesada" (arcillosa). Las mezclas proporcionalmente tienen relación 1:1:1, esto es: 33% de arena, 33% de materia orgánica (estiércol vacuno, hojarasca, etc. Ésta debe estar bien descompuesta, seca, cernida y desinfectada) y 33% de suelo franco. (8)

Existen varias marcas de sustratos comerciales para germinación de semillas y producción de plántulas. Cuando se utilizan sustratos comerciales para producir plantas en charolas ó bandejas, los más utilizados son a base de turba de Sphagnum ( Peat moss ) como el Sunshine Mix No. 3 ®, Germinaza Plus ®, el Cosmo Peat ®, entre otros, pudiéndose combinar estos sustratos con materia orgánica (ésta debe estar bien descompuesta, seca y cernida), tierra de aluvión a franca para mayor rendimiento y con buenos resultados. Por lo general, los sustratos comerciales vienen enriquecidos con minerales y pH ajustado (pH 5.5-6.5). (8)

### **3.1.3.11. Desinfección del sustrato**

Debido a que el sustrato que se utilice para la siembra será el medio de desarrollo del sistema radical y por consiguiente del suministro de los nutrientes y el agua para el óptimo desarrollo de la futura planta, es necesario la desinfección del mismo cuando utilicemos suelo como tal, ya sea sólo ó mezclado con materia orgánica (estiércol vacuno, gallinaza, hojarasca, bagazo, etc.). Es común que el suelo sea el hábitat de muchos seres vivos y algunos de éstos son dañinos para el cultivo de la papaya como son: hongos, plagas (particularmente nemátodos) y semillas de malezas. (8)

El agroquímico más usado para la desinfección del suelo ó sustrato es el bromuro de metilo (gas) usando 1 libra / m<sup>3</sup> de suelo, el sustrato se debe tapar con un plástico para asegurar su desinfección y que el gas se distribuya uniformemente. Su aplicación debe hacerse con cuidado ya que es muy tóxico.

Se aplica con un dosificador. El sustrato se deja tapado de 48 - 72 horas. Se destapa y se ventila durante 24 horas. (8)

Otra manera práctica de desinfección del sustrato, es la aplicación de Furadán 350 L ® (Carbofurán 33.21%) líquido a razón de 500 ml. por 200 Lts. de agua adicionándole Captan ® (Captán 50%) ó Tecto 60 ® (Tiabendazol 60%) a razón de 300 gramos respectivamente. (8)

También se puede aplicar con efectividad Furadán 350 L ® (Carbofurán 33.21%) a razón de 500 ml + Previcur N ® (Propamocarb clorhidrato 64%) y Derosal 500 D ® (Carbendazim 43%), a razón de 250 ml y 200 ml respectivamente, todo en 200 litros de agua. (8)

La desinfección se debe realizar con una semana de anticipación antes de la siembra y se le agregan 50 mililitros de la mezcla a cada bolsa, éstas deben de tener perforaciones para un buen drenaje, después de aplicar la mezcla, hay que regar todas las bolsas para percolar el producto y que todo el sustrato quede desinfectado. (8)

#### **3.1.3.12. Producción de pilones de papaya (*Carica papaya*).**

| La época recomendada cuando se cuenta con riego es en diciembre, para trasplantar en febrero, aunque las poblaciones de vectores del virus del anillado (*Myzus sp*) son más altas también es un poco fácil su control debido a lo pequeño de la planta; cuando no se cuenta con riego el vivero se hace en marzo para trasplantar en mayo. (16)

#### **3.1.3.13. Tipos de sustratos**

Para la producción de pilones de papaya en bandeja se pueden utilizar tierra limo-arenosa (aluvión) sola o mezclada con material orgánico y tierra arcillosa. Las mezclas proporcionalmente tienen relación 1:1:1, esto es: 33% de arena, 33% de materia orgánica y 33% de suelo franco. (16)

Existen varias marcas de sustratos comerciales para la germinación de semillas y producción de plántulas. Cuando se utilizan sustratos comerciales para producir plantas en bandejas, los mas utilizados son a base de turba de Sphagnum (Peat Moss) como el Sunshine Mix No. 3, Germinza Plus, el Cosmo Peat, entre otros, pudiéndose combinar estos sustratos con materia orgánica,

tierra de aluvión a franca para mayor rendimiento y con buenos resultados. Por lo general, los sustratos comerciales vienen enriquecidos con minerales y pH ajustado. (16)

Debido a que el sustrato que se utilice para la siembra será un medio de desarrollo del sistema radical y pro consiguiente del suministros de los nutrientes y el agua para el óptimo desarrollo de la futura planta, es necesario la desinfección del mismo cuando utilicemos suelo como tal, ya sea solo o mezclado con materia orgánica. Es común que el suelo sea el hábitat de muchos seres vivos y algunos de estos son dañinos para el cultivo de la papaya como son: hongos, plagas y semillas de malezas. (16)

#### **3.1.3.14. Protección de las semillas contra organismos patógenos.**

Para combatir enfermedades se usan tres tipos de tratamientos de semillas: desinfectación, desinfección y protección de las semillas. (9)

Los desinfectantes eliminan a los organismos presentes en la superficie de la semilla. Los materiales que tiene esta sola acción son útiles si las semillas o los embriones se van a propagar en un cultivo aséptico o en algún tipo de medio estéril. Los materiales que en este capítulo se enumeran como desinfectantes o protectores es muy probable que sean también buenos desinfectantes. (9)

El hipoclorito de calcio es un desinfectante efectivo. En este tratamiento se colocan 10 gm de hipoclorito de calcio en 140 ml de agua y se agitan durante 10 min. o se dejan reposar una hora. De ordinario se usa el filtrado, que contiene alrededor de 2% de hipoclorito, aunque a veces esta solución se diluye a la mitad. El tiempo de contacto que desinfecta sin producir daño varía con las diversas clases de semillas, siendo usualmente de 5 a 30 min. Ajustando el pH entre 8 y 10 se obtienen resultados más consistentes. También se han usado preparaciones comerciales blanqueadoras, como Clorox (que contiene 5.25% de hipoclorito de sodio), diluidos en agua en proporción de 1:9. (9)

Los desinfectantes eliminan organismos dentro de la semilla misma. Los tratamientos de este tipo incluyen el agua caliente. Al formaldehído y al vapor airado. (6)

Los protectores son materiales aplicados a las semillas para protegerlas de los hongos fitopatógenos del suelo. Estos materiales también se pueden



aplicar empapando el suelo antes o después de plantar la semilla. Para el tratamiento de semillas hay disponibles comercialmente numerosos materiales con marcas registradas. En su uso se deben seguir con todo cuidado las instrucciones del fabricante, ya que su empleo impropio puede causar daño o la muerte a las plántulas de algunas especies. También, como los protectores son peligrosos para las personas que los aplican, se deben manejar con todo cuidado para evitar su contacto con la piel o aspirar el polvo. En muchos casos, para el tratamiento de semillas se usan máquinas especiales. (9)

### **3.1.3.15. Termoterapia**

El tratamiento con agua caliente se puede usar como un procedimiento de desinfección. Las semillas se sumergen en agua caliente (de 49 a 57°C) durante 15 a 30 min., dependiendo de la especie. Después del tratamiento, las semillas se enfrían y se extienden en una capa delgada para que se sequen. Para evitar dañar las semillas, la temperatura y la duración del tratamiento deben controlarse con toda precisión. Subsecuentemente se debe emplear un protector de semillas y no se deben tratar semillas viejas y débiles. El tratamiento con agua caliente es efectivo contra enfermedades de hortalizas y cereales que son llevadas en las semilla, como el tizón *Alternaría* en brócoli y cebolla y el carbón volador de la cebada y del trigo. (9)

El vapor airado es un método alternativo, menos costoso, de más fácil manejo y con menor riesgo de dañar las semillas. Las semillas se tratan en máquinas especiales en las cuales se mezclan el vapor y el aire y se les hace pasar a través de la masa de semilla para elevar su temperatura con rapidez (alrededor de unos 2 min.) hasta la temperatura deseada. La temperatura y el tiempo de tratamiento varían con el organismo que se va a combatir y la clase de semilla. De ordinario el tratamiento dura 30 min., pero puede ser de tan solo 10 a 15 min. El rango de temperaturas de 46 a 57°C. Al final del tratamiento se debe bajar la temperatura con rapidez a 32°C mediante enfriamiento por evaporación continuándolo hasta que la semilla se seque. La efectividad de este tratamiento se mejora guardando las semillas en aire saturado de humedad a temperatura ambiente durante dos o tres días antes del tratamiento. (9)

### **3.1.3.16. Producción de plántulas en recipientes, bajo techo.**

La producción de plántulas bajo techo para después trasplantarlas a un sitio permanente a la intemperie se usa bastante en la producción de flores y hortalizas, en la producción de plantas leñosas para reforestación, para jardinería panorámica y, a veces, para huertos. (9)

### **3.1.3.17. Instalaciones**

La producción de plántulas bajo techo se hace en distintos tipos de estructuras, incluyendo invernaderos, camas frías y camas calientes. (9)

Algunos productores de plantas para canteros tienen cuartos de crecimiento especiales, en los cuales las cajas con semillas son colocadas en carros o anaqueles en una área encerrada y sujeta a condiciones ambientales controladas. Estas instalaciones se usan durante el periodo de germinación, que de ordinario dura las primeras dos o tres semanas. Luego las cajas se cambian al invernadero o área de crecimiento, en donde, por lo general, se trasplantan. (9)

Los cuartos de crecimiento necesitan iluminación controlada (duración del día e intensidad) y pueden incluir el control de la humedad relativa, fertilización con bióxido de carbono, riego y fertilización. En condiciones apropiadas un horticultor puede obtener no solo una germinación rápida y uniforme sino también plántulas sanas con excelente capacidad para trasplantarlas sin que se reduzca su crecimiento. (9)

### **3.1.3.18. Prueba H de Kruskal-Wallis para diseños completamente aleatorizados.**

Así como la prueba U de Mann-Whitney es la alternativa no paramétrica para la prueba t de Student para una comparación de medias poblacionales, la prueba H de Kruskal-Wallis es la alternativa no paramétrica para una prueba F de análisis de varianza en el caso de un diseño completamente aleatorizado. Se aplica la prueba para detectar diferencias entre las ubicaciones entre más de dos distribuciones poblacionales, basándose en un muestreo aleatorio independiente. (5)

El procedimiento para realizar la prueba H de Kruskal-Wallis es similar al procedimiento que se utiliza para la prueba U de Mann-Whitney. Suponga que comparamos k poblaciones, basándose en muestra aleatorias independientes,

$n_1$  de la población 1,  $n_2$  de la población 2, ... y  $n_k$  de la población  $k$ , donde:  
 $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$ . (5)

El primer paso es ordenar todas las  $n$  observaciones de la menor (rango 1) a la mayor (rango  $n$ ). A las observaciones empatadas, se les asigna un rango igual al promedio de los rangos que habrían recibido si hubieran sido casi iguales, pero no con empate. Después se calculan las sumas de los rangos  $t_1, t_2, \dots, t_k$  para las  $k$  muestras y la estadística de prueba:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Cuanto más grande sean las diferencias en ubicación entre las  $k$  distribuciones poblacionales, tanto mayor será el valor de la estadística  $H$ . Así que se rechaza la hipótesis nula de que las  $k$  distribuciones poblacionales son idénticas para valores grandes de  $H$ . (6)

Que tan grande es lo grande? Se puede demostrar que cuando los tamaños muestrales son de moderados a grandes, digamos, cada tamaño muestral mayor o igual que 5 y cuando  $H_0$  es verdadera, la estadística  $H$  tendrá aproximadamente una distribución Ji-cuadrada con  $(k-1)$  grados de libertad. Por lo tanto, para un valor dado de  $\alpha$  se rechaza  $H_0$  cuando la estadística  $H$  sea mayor que  $\chi^2$ . (5)

A continuación se resume el procedimiento para probar hipótesis mediante el empleo de la prueba  $H$  de Kruskal-Wallis:

1. Hipótesis nula: Las  $k$  poblaciones son idénticas.
2. Hipótesis alterna: Por lo menos dos de las  $k$  distribuciones poblacionales difieren en ubicación.
3. fijar el nivel de significancia  $\alpha$ .
4. Región crítica:  $\chi^2$  con  $k-1$  grados de libertad.

5. Estadístico de prueba:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Donde:  $n_i$  = Tamaño de la muestra para la población  $i$ .

$T_i$  = Suma de rangos para la población  $i$ .

$N$  = Numero total de observaciones. (5)

### 3.1.3.19. La distribución normal

Muchos fenómenos biológicos presentan datos distribuidos de manera tan suficientemente normal que su distribución es la base de gran parte de la teoría estadística usada por los biólogos. En efecto, lo mismo se verifica en muchos otros campos de aplicación. La grafica de la distribución normal, la curva normal, también llamada laplaciana o gaussiana, tiene forma de campana. La localización del centro de la curva la da  $\mu$ ; la cantidad de la dispersión esta dada por el tamaño de la desviación estándar: una desviación estándar pequeña da una protuberancia más alta que una desviación grande. (19)

Por un momento considérese la distribución binomial para  $n=10$  y  $p=0.5$ . Sea la variable aleatoria el número de 1 observados, esto es, el número de caras al lanzar una moneda 10 veces. Como la distribución normal, la binomial con  $p=0.5$  es una distribución simétrica, pero solo se necesita de barras para representar las probabilidades. Podríamos construir un diagrama de barras que se pareciera a un histograma de columnas de una unidad de ancho, pero por implicación, un valor de la variable aleatoria se extiende ahora media unidad a cada lado del valor efectivo.(19)

Llega el momento en el que la probabilidad de un valor particular de la variable aleatoria se hace muy pequeña debido a un divisor grande,  $2^n$ , y al numero posible de valores,  $n+1$ ; por lo tanto, se hace poco practico calcular y registrar distribuciones de probabilidades. Necesitamos conocer la probabilidad de un conjunto de resultados, por ejemplo, de que al lanzar una moneda 100 veces, la probabilidad de que el numero de caras se encuentre entre 45 0 55 o de que el numero de caras sea inferior a 25. Fue en el estudio de una distribución aproximada que diera tales probabilidades que de Moivre descubrió la curva normal. Esta nos permite calcular las probabilidades para tal conjunto de valores de  $Y$  y es satisfactoria para valores de  $p$  diferentes de 0.5 con tal que  $n$  sea suficientemente grande. (19)

Las funciones de distribución normal acumulada, curvas que dan la probabilidad de que un  $Y$  al azar sea menor que un valor dado, es decir,  $P(Y < Y_i)$ , se presentan en la porción inferior de la curva. Como las probabilidades acumuladas están dadas, es necesario obtener dos valores de  $P(Y)$  para

evaluar expresiones como  $P(Y_1 < Y < Y_2)$ . No existe expresión matemática simple de  $P(Y)$  para la distribución normal. (19)

## **3.2. MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1. Descripción del material genético utilizado:**

La semilla que se utilizara posee las siguientes características: Proviene de plantas hermafroditas de una plantación de papaya que hay en el mismo lugar donde se realizara el experimento, aprovechando que la cosecha se realiza cada 8 días debido a que el cultivo cuenta con riego. El material es conocido entre los agricultores como semilla de papaya y no tiene nombre común alguno con el cual se caracterice. El tipo de fruto es una baya, de forma cilíndrica, de la variedad Maradol. La semilla es de color gris oscuro a negro, de más o menos 0.5 cm. de diámetro y esta rodeada de un líquido viscoso.

### **3.2.2. Descripción general del sitio experimental**

#### **3.2.3. Ubicación y vías de acceso:**

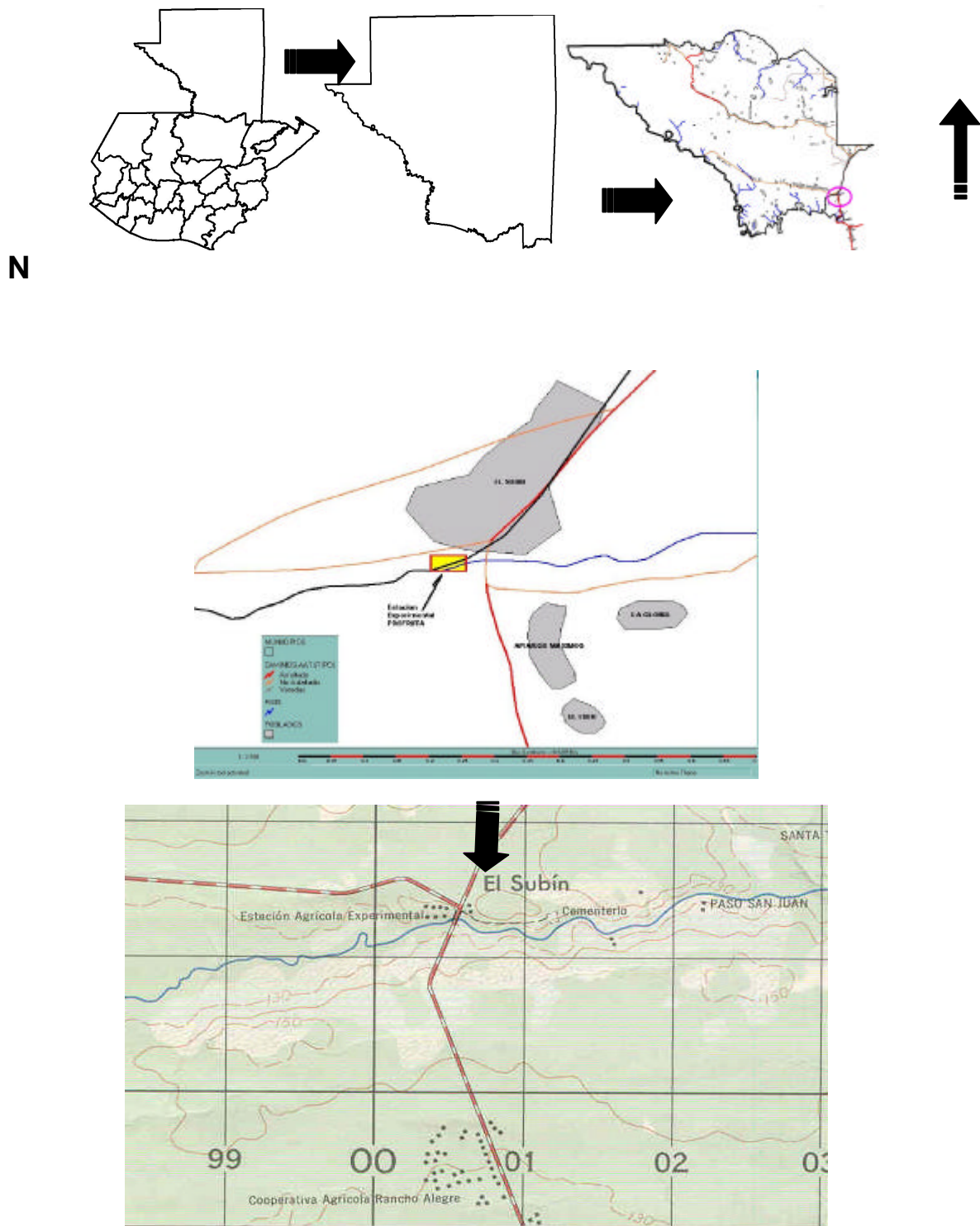
La finca MAGA-PROFRUTA-MITAC, se encuentra a 19 Km. de La Libertad, Peten, tomando la carretera principal que se dirige hacia el Municipio de Sayaxche, Peten; tomando el desvío que se dirige hacia Las Cruces, a unos 100 metros de distancia del Subin, donde se encuentra la entrada principal a la finca. Ver figura 1. (10)

#### **3.2.4. Condiciones climáticas:**

La finca se localiza dentro de la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido, se caracteriza por tener biotemperatura media de 20 a 30°C, precipitación pluvial entre 800 a 2000 Mm. anuales y se encuentra a una altitud de 270 msnm. (10)

#### **3.2.5. Suelos**

Los suelos donde se localiza la finca MAGA-PROFRUTA-MITAC, son de textura arcillosa con un pH neutro, estos suelos tienen una profundidad de 30 a 40 cm. Poseen un buen drenaje y tienen una buena retención de humedad. (10)



**Figura 3. Ubicación geográfica de la región donde se realizó el experimento. (13)**

#### **IV. HIPOTESIS**

Al menos un sustrato de los evaluados reportara mayor número de plantas sanas, mayor porcentaje de germinación de la semilla y mayor altura de plantas que el resto de sustratos a evaluar.

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. GENERAL**

Identificar el o los sustratos que produzcan la mayor cantidad de plántulas de papaya.

### **5.2. ESPECIFICOS**

1. Determinar que tratamiento presenta el mayor porcentaje de germinación de la semilla.
2. Determinar que tratamiento presenta la menor incidencia de enfermedades.
3. Determinar que tratamiento presenta el mayor vigor de plantas.
4. Estimar la rentabilidad con el uso de los diferentes sustratos.



## VI. METODOLOGIA

### 6.1. TRATAMIENTOS

T1: Testigo: Las bandejas de este tratamiento estuvieron llenas de sustrato comercial, tipo Sunshine Mix No. 3, sin ningún tratamiento térmico.

T2: Las bandejas de este tratamiento estuvieron llenas de tierra de la localidad mas tratamiento térmico que consistió en aplicar agua caliente a 100°C.

T3: Mezcla de aserrín descompuesto + tierra + arena de río en proporción 2:1:1, mas tratamiento térmico que consistió en aplicar al sustrato agua caliente a 100°C.

T4: Mezcla de aserrín descompuesto + tierra + arena de río en proporción 1:2:1, mas tratamiento térmico que consistió en aplicar al sustrato agua caliente a 100°C.

T5: Mezcla de aserrín descompuesto + tierra + arena de río en proporción 1:1:2, mas tratamiento térmico que consistió en aplicar al sustrato agua caliente a 100°C.

### 6.2. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental consistió de 72 semillas sembradas en bandeja de 72 posturas.

### 6.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y NÚMERO DE REPETICIONES

Para la realización del experimento se empleo un Diseño Completamente al Azar con 4 repeticiones.

### 6.4. MODELO ESTADISTICO

Para el análisis de la información se utilizo el siguiente modelo estadístico:

Análisis de normalidad para las variables porcentaje de germinación de la semilla y altura de la planta a los 30 días.

Análisis no parametrico para la variable presencia de enfermedades.

### 6.5 CROQUIS DEL EXPERIMENTO

Cuadro 3. Distribución de las unidades experimentales.

T4,2	T3,1	T2,1	T5,2	T5,4
------	------	------	------	------

T2,4	T1, 3	T4, 1	T5, 3	T1, 2
T2, 2	T4, 3	T1, 4	T3, 2	T2, 3
T3, 4	T5, 1	T3, 3	T1, 1	T4, 4

## 6.6. VARIABLES EVALUADAS

- A) Porcentaje de germinación de la semilla: Se midió contando el número de semillas germinadas versus el número de semillas no germinadas, esto se hizo por cada unidad experimental de cada tratamiento. El conteo se hizo a los 20 días después de la siembra.
- B) Presencia de enfermedades: Se hizo un análisis de frecuencia para determinar la presencia de enfermedades. Las plántulas enfermas se sometieron a análisis fitopatológico para determinar el agente causal de la enfermedad.
- C) Altura de la planta a los 30 días después de la siembra: Se midió con regla graduada, a partir del cuello de la raíz, hasta el ápice de la planta, esto se hizo para cada unidad experimental de cada tratamiento y se sacó un promedio por cada tratamiento.
- D) Costos por cada sustrato: Se investigó el costo de los sustratos que se utilizaron.

## 6.7. ANALISIS DE LA INFORMACION

- A) Se hizo un análisis de normalidad para las variables porcentaje de germinación y altura de la planta a los 30 días después de la siembra.
- B) A la variable presencia de enfermedades se le hizo un análisis no paramétrico y las plántulas enfermas se sometieron a análisis fitopatológico.
- C) Se hizo un análisis económico de rentabilidad para cada sustrato.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 Resultados y discusión de la variable porcentaje de germinación de la semilla a los 20 días después de la siembra:

Para la variable porcentaje de germinación, previo al análisis de varianza, se le hizo una prueba de Shapiro-Wilk. De acuerdo con el análisis de varianza practicado no se encontró diferencias significativas, lo que quiere decir que los tratamientos evaluados se comportaron en forma similar en cuanto a esta variable. Por lo tanto la proporción de materiales, que se utilizo en cada sustrato no influyo en el número de semillas germinadas.

Los valores para esta variable, para todos los tratamientos, se reportaron entre 71.87% a 80.55% y un promedio de 74.93. Los resultados por tratamiento y por repetición aparecen en el cuadro 4.

Cuadro 4. Porcentaje de germinación de la semilla en los diferentes tratamientos y repeticiones del ensayo.

	Repeticiones				
Trata.	R1	R2	R3	R4	Prom/Trat.
T1	90.3	52.78	76.39	77.78	74.3125
T2	80.56	54.17	84.72	75	73.3125
T3	68.06	86.11	76.39	66.67	74.3075
T4	73.62	75	63.89	75	71.8715
T5	83.33	80.56	79.17	79.17	80.5575
					Prom:74.9335

### 7.2. Resultados y discusión de la variable incidencia de enfermedades.

Según la prueba de Kruskal-Wallis practicada a esta variable, la incidencia de enfermedades no es significativa en cada uno de los diferentes

sustratos utilizados debido a que el valor H (4.5859) es menor que  $X^2$  (9.488), esto indica que la proporción de materiales utilizada en cada uno de los sustratos no influyo en el numero de plántulas enfermas.

Estas plantas enfermas fueron llevadas al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía con el objeto de identificar al agente causa, el cual se determino como *Rizocthonia solani*.

La incidencia de *Rizocthonia solani* vario de 0% a 2.4% que se considera baja.

Cuadro 5. Resultados de la incidencia de enfermedades.

	Repeticiones					
Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Total	% Incidencia
T1	0	0	0	0	0	0 %
T2	0	3	3	1	7	2.4 %
T3	0	0	3	0	3	1 %
T4	4	3	0	0	7	2.4 %
T5	0	0	0	0	0	0 %

### 7.3. Resultados y discusión de la variable altura de la planta a los 30 días después de la siembra.

A esta variable se le hizo una prueba de Shapiro-Wilk y como el análisis de varianza practicado reporto diferencias significativas, lo que quiere decir que la altura de las plántulas varió en función de los tratamientos evaluados entonces se realizo una prueba de medias de Tukey. Los tratamientos que reportaron la mayor altura de plantas, respecto al testigo, son el tratamiento 3 y el tratamiento 5 siendo estos tratamientos en los que se utilizó la mezcla de

50% de aserrín descompuesto, 25% de tierra, 25% de arena de río y 25% de aserrín descompuesto, 25% de tierra y 50% de arena de río, los que reportaron una altura de 4.25 y 4 cm. para cada uno de los tratamientos antes descritos respectivamente. Ver cuadros 6 y 7.

Cuadro 6. Altura de la planta a los 30 días después de la siembra.

T - R	R1	R2	R3	R4	Prom/Altura
T1	8	4	7	6	6.25
T2	4	2	4	4	3.5
T3	4	5	4	4	4.25
T4	4	4	3	4	3.75
T5	4	4	4	4	4
					Prom.: 4.35

Cuadro 7. Resultados de la prueba de medias de Tukey.

Trat.	Yi./r										
T1	6.25	a						a			
T3	4.25	a	b					a	b		
T5	4.0		b	c					b	c	
T4	3.75		b	c	d					c	d
T2	3.5		b	c	d	e					d e

#### 7.4. Resultados y discusión del análisis de rentabilidad.

De acuerdo con el análisis de rentabilidad practicada a cada uno de los sustratos empleados para el experimento, la mayor rentabilidad se obtiene con el tratamiento 5, el cual tuvo una mezcla de 25% de aserrín descompuesto,

25% de tierra y 50% de arena de río, como se muestra en la última columna del cuadro 8.

Los valores obtenidos para esta variable se reportaron entre 23.39% y 38.29%, lo cual indica una diferencia del 15%. El promedio fue de 28.45%, esto indica una desviación de 10% para el tratamiento 5 y una diferencia de 5% respecto al tratamiento 3. Los valores de rentabilidad obtenidos en cada uno de los tratamientos se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Resultados del análisis de rentabilidad de los diferentes sustratos utilizados para el experimento.

\*Incluye costo del sustrato comercial

Trata	Semillas sembradas	Costo (Q)	Semillas germinadas	CV	CF	CT	Py (Q)	IB	IN	R	R (%)
T1	288	36	214	326.4 *	11.52	337.92	2	428	90.08	0.2666	26.66
T2	288	36	212	324	11.52	335.52	2	424	88.48	0.2637	26.37
T3	288	36	214	324	11.52	335.52	2	428	92.48	0.2756	27.56
T4	288	36	207	324	11.52	335.52	2	414	78.48	0.2339	23.39
T5	288	36	232	324	11.52	335.52	2	464	128.48	0.3829	38.29

## VIII. Conclusiones

1. El porcentaje de germinación fue similar reportándose entre 71.87% y 80.55%, considerados aceptable para esta clase de semilla.
  
2. Todos los sustratos evaluados reportaron una baja incidencia de plántulas enfermas (0-2.4%).
  
3. La mayor rentabilidad (38%) para la producción de pilones de papaya, se obtuvo con el tratamiento 5, el cual estuvo conformado por 25% de aserrín descompuesto, 25% de tierra y 50% de arena de río.
  
4. Los tratamientos que produjeron el mayor vigor de plantas, respecto al testigo (6.25 cm.), fueron el tratamiento 3 (4.25 cm.), el cual estuvo conformado por 50% de aserrín descompuesto, 25% de tierra y 25% de arena de río, y el tratamiento 5 (4 cm.), el cual estuvo conformado por 25% de aserrín descompuesto, 25% de tierra y 50% de arena de río.

## IX. Recomendaciones

1. Como la incidencia de *Rizoctonia solani* fue bastante baja en cada uno de los tratamientos y tomando en cuenta el análisis de rentabilidad se recomienda el tratamiento 5, compuesto por 25% de aserrín descompuesto, 25% de tierra y 50% de arena de río.

## X. BIBLIOGRAFIA

1. Arancibio, A. 1993. Uso de sustratos alternativos como reemplazo de tierra en la producción de plantas ornamentales (en línea). Valparaíso, Chile, Universidad Católica de Valparaíso. 101 p. Consultado 14 jun 2005. Disponible en <http://www.tarjeplanta.com/sustratos3.html>
2. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2003. Información económica: comisión veracruzana de comercialización agrícola (en línea). Guatemala. Consultado 17 mar 2004. Disponible en [www.banguat.gob.gt](http://www.banguat.gob.gt)
3. Barros, P. 1984. Elaboración de bloques de aserrín-cemento (en línea). Tesis Ing. Ftal. Chile, Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería Forestal. 90 p. Consultado 22 jun 2005. Disponible en [www.awrbolesornamentales.com/Turbas.htm](http://www.awrbolesornamentales.com/Turbas.htm) - 13k
4. Chinchilla Izaguirre, MF. 1999. Evaluación de mezclas de sustrato para la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) en piloncito, en Nebaj, Quiché. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 16-20.
5. Díaz Camacho JF. 1999. Introducción a los métodos no parametricos. México, Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática. p. 54, 55, 56, 118.
6. González Ramírez, BH; Estrada Muy, R. 1999. Curso precongreso: diseño y análisis de experimentos. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 4-20.



7. Gonzáles Trujillo, FR. 1993. Evaluación de 3 combinaciones de material orgánico y suelo, sustrato en almacigo en café (*Coffea arabica*), en la comunidad Venecia, municipio de San Cristóbal, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 22.
8. Grez, R; Geding, V. 1992. Producción de humus y sustrato para el cultivo de vegetales en base al aprovechamiento de corteza de especies nativas chilenas en su condición de residuo en la industria de astilla (en línea). Valdivia, Chile, Universidad Austral de-Chile, Facultad de Ciencias-Forestales. Área de Nutrición y Suelos Forestales / Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico, Fondecyt. 15 p. Consultado 17 jun 2005. Disponible en <http://www.semilladelcaribe.com.mx/paginas/5-2.htm#c3>
9. Hartman, HT; Kester, DE. 1990. Propagación de plantas: principios y prácticas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. 2 ed. México, Continental. p. 179-205.
10. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1980. Diccionario geográfico nacional. 2 ed. Guatemala, José de Pineda Ibarra. tomo 2, p. 963-965
11. Infoagro, ES. 2004. Tipos de sustratos en papaya (en línea). España. Consultado 2 jul 2005. Disponible en [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.asp](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.asp)
12. Imas, P; Bar-Yosef, B; Kafkafi, U; Ganmore-Neumann, R. 1997. Release of carboxylic anions and protons by tomato roots in response to ammonium nitrate ratio and pH in nutrient solution. *Plant and Soil* 191: 27-34. Citado por Imas, P. 1999. Manejo de nutrientes por fertirriego en sistemas frutihortícolas. In Congreso Argentino de Horticultura (12., 1999, Tucuman, AR). Memorias. Tucuman, Argentina, International Potash Institute. Consultado 23 jun 2005. Disponible en <http://www.ipipotash.org/presentn/mdnpsfes.html>
13. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la republica de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000. Color. 1 CD.
14. Morales, J. 1996. Aportación al conocimiento de diferencias varietales en la absorción y asimilación de  $\text{NO}_3^-$  y de  $\text{NH}_4^+$  en plantas de espinaca. (en línea). Cádiz, España. Consultado 21 jun 2005. Disponible en [www.verdetotal.com.ar/php/temas\\_tecnicos/int/fertilizacion/fertilizacion.ph3](http://www.verdetotal.com.ar/php/temas_tecnicos/int/fertilizacion/fertilizacion.ph3)
15. Pardossi, A. 1999. A comparison between two methods to control nutrient delivery to greenhouse melons grown in recirculating nutrient solution culture.

(en línea). p. 7-8. Consultado 1 jul 2005. Disponible en [http://www.tecnociencia.es/especiales/cultivos\\_hidroponicos/7.htm](http://www.tecnociencia.es/especiales/cultivos_hidroponicos/7.htm)

16. PROFRUTA (Proyecto para el Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria, GT). 1999. Manual del cultivo de la papaya. Guatemala. p. 15-29.
17. Sade, D. 1997. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales (en línea). Tel Aviv, Israel, Hazera España. Consultado 11 jun 2005. Disponible en [www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos3.asp](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos3.asp)
18. Sincal Sic, JC. 1995. Evaluación de tratamientos físicos en la desinfección de sustratos para semilleros de café (*Coffea arabica*), en sistema de producción orgánica en Chajul, Quiché. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 10.
19. Steel RG; Torrie JH. 1988. Bioestadística: principios y prácticas. Trad. por Ricardo Martínez B. 2 ed. México, McGraw-Hill. p. 46-48.

## XI. Anexos

11.1 Cuadro 9. Anexo 1: Andeva del porcentaje de germinación.

FV	GL	SC	CM	Fc.	F Tab.
Tratamientos	4	173.964	43.491	0.401	3.06
Error exper.	15	1.626.041	108.403		
Total	19	1.800.005			

11.2 Cuadro 10. Anexo 2: Prueba H de Kruskal-Wallis para la incidencia de enfermedades

T1	R1	T2	R2	T3	R3	T4	R4	T5	R5
0	7.5	0	7.5	0	7.5	4	20	0	7.5
0	7.5	3	17.5	0	7.5	3	17.5	0	7.5
0	7.5	3	17.5	3	17.5	0	7.5	0	7.5
0	7.5	1	15	0	7.5	0	7.5	0	7.5

11.3 Cuadro 11. Anexo 3: Andeva de la altura de la planta a los 30 días después de la siembra.

FV	GL	SC	CM	Fc.	F tab.
Tratamientos	4	19.3	4.825	5.46	3.08
Error exper.	15	13.25	0.88		
Total	19	32.55			

11.4 Cuadro 12. Anexo 4: Prueba de medias de Tukey de la altura de la planta a los 30 días después de la siembra.

	6.25	4.25	4	3.75	3.5
3.5	2.75*	0.75 ns	0.5 ns	0.25 ns	0 ns
3.75	2.5*	0.5 ns	0.25 ns	0 ns	
4	2.25*	0.25 ns	0 ns		
4.25	2 ns	0 ns			
6.25	0 ns				

**INFORME FINAL DE SERVICIOS DE E.P.S. QUE SE REALIZARON EN LA  
ALDEA EL SUBIN, LA LIBERTAD, EL PETEN, DE FEBRERO A  
NOVIEMBRE DEL 2004**

## ÍNDICE DE SERVICIOS

I	Introducción	72
II	Descripción general de la comunidad	73
2.1	Ubicación y vías de acceso	73
2.2	Recursos naturales	73
2.3	Zona de vida	73
2.4	Clima	73
2.5	Suelos	73
2.6	Hidrografía	73
2.7	Extensión territorial	73
2.8	Mapa de la región donde se realizaron los servicios	74
III	Objetivos	75
3.1	General	75
3.2	Específicos	75
IV	Metodología empleada	76
V	Apoyo y participación institucional	77
VI	Área donde se realizaron los servicios	77
VII	Aprovechamiento de recursos disponibles	77
VIII	Recursos financieros	78
IX	Informe de los servicios prestados	79
1	Servicio: Capacitación y manejo adecuado del cultivo de papaya	79
1.1	Planteamiento del problema	79
1.2	Objetivos	79
1.3	Metas	79
1.4	Evaluación	79
2	Servicio: Curso sobre establecimiento de semilleros y manejo del cultivo de papaya, guayaba y cítricos (naranja, limón y mandarina)	80
2.1	Planteamiento del problema	80
2.2	Objetivos	80
2.3	Metas	80
2.4	Evaluación	80
3	Servicio: Diseño de un sistema de riego por micro aspersion en dos manzanas de cítricos (limón persa y mandarina)	82
3.1	Planteamiento del problema	82
3.2	Objetivo	82
3.3	Metas	82
3.4	Evaluación	82
IX	Comentario	85
X	Bibliografía	86

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1.	Temas impartidos en el curso establecimiento y manejo del cultivo de papaya, guayaba y cítricos
81	

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1.	Mapa de la región donde se realizaron los servicios
74	

## I. INTRODUCCION

El programa de EPS de la Facultad de Agronomía tiene como una de sus finalidades ayudar a resolver los problemas de las comunidades o empresas donde se realizaran los servicios.

En este caso el programa incluye capacitación sobre el manejo del cultivo de papaya ya que la papaya es uno de los cultivos de los cuales su demanda va en aumento principalmente por parte de países como Estados Unidos y aprovechando que El Peten esta reconocido como zona libre de la mosca del mediterráneo, entonces es necesario que los agricultores de la región conozcan los aspectos que se deben considerar para obtener la mayor rentabilidad posible y la mejor calidad posible de frutos.

También se dio capacitación en lo que respecta a establecimiento y manejo de cultivos como guayaba, carambola y cítricos haciendo énfasis en aspectos como establecimiento de semilleros, plan de fertilización, introducción de riego, prácticas culturales y manejo de la cosecha.

Otro de los servicios que se realizo es el diseño de un sistema de riego por micro aspersión en cítricos, esto se hizo ya que el área no cuenta con riego y debido a eso los frutos padecen de desecamiento.

Con los servicios que se llevaron a cabo se pretende contribuir a resolver los problemas que se tiene en dicha finca y también a que los agricultores de la región han un mejor uso de los recursos.



## **II. DESCRIPCION GENERAL DE LA COMUNIDAD**

### **2.1. UBICACIÓN Y VIAS DE ACCESO**

El vivero de fruticultura El Subín, se encuentra a 19 kilómetros de La Libertad, Petén tomando la carretera principal que se dirige hacia el Municipio de Sayaxché, Petén, tomando el desvío que se dirige hacia las Cruces, a unos 100 metros de distancia del Subín, donde se encuentra la entrada principal al vivero.

### **2.2. RECURSOS NATURALES**

#### **2.3. ZONA DE VIDA**

La aldea El Subín, se localiza dentro de la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido, se caracteriza por tener biotemperatura media de 20 a 30°C, precipitación pluvial entre 800 a 2000 Mm. anuales. La altitud de la zona es de 270 msnm. (2)

#### **2.4. CLIMA**

El Subín se clasifica como cálido, la mayor precipitación se observa durante los meses de junio a enero, y concentrándose en los meses de diciembre a enero. En esta región se observan

Precipitaciones desde los 800 a 2000 Mm. anuales. La temperatura varía de 20 a 30°C, dependiendo de la época del año. (2)

#### **2.5. SUELOS**

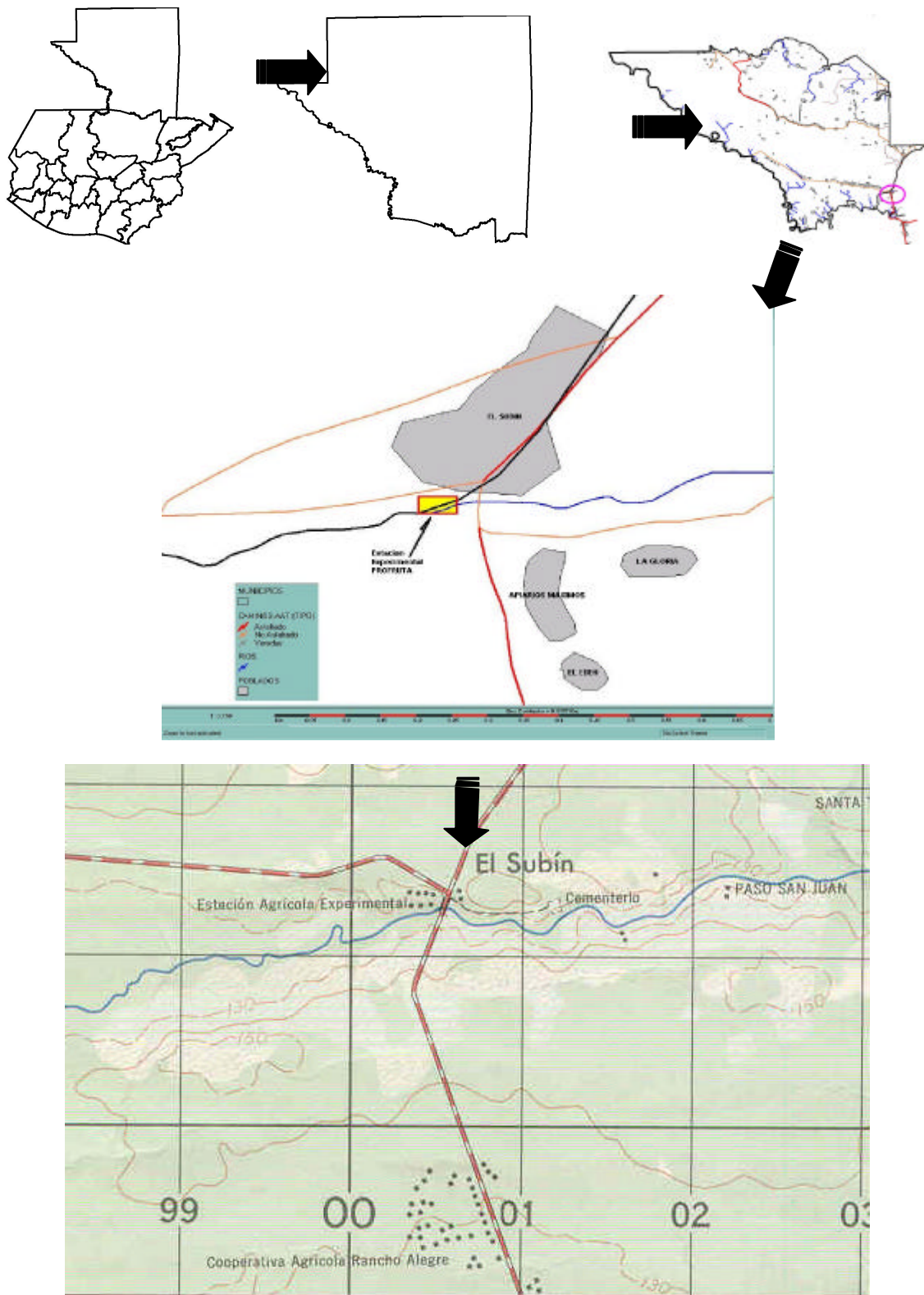
Los suelos donde se localiza la aldea El Subín, son de textura arcillosa con un pH neutro, estos suelos tienen una profundidad de 30 a 40 cm. poseen buen drenaje y tienen una buena retención de humedad. (2)

#### **2.6. HIDROGRAFÍA**

La principal corriente hídrica la constituye el río Subín, el cual pasa a orillas de la finca, proporcionando el agua para riego, y se usa en la temporada seca, este río se une con el río Usumacinta. (2)

#### **2.7. EXTENSION TERRITORIAL**

La finca cuenta con doce manzanas de terreno, de las cuales nueve están sembrados y las otras tres son terrenos baldíos. El terreno está distribuido de la siguiente manera: una manzana de aguacate, una manzana de limón persa, una manzana de mandarina, una manzana de mango, entre los surcos de mango hay diez surcos de piña, una manzana de carambola y guayaba y tres manzanas de papaya.



2.8. Figura 1. Mapa de la región donde se realizaron los servicios

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. GENERAL:**

Dar a los productores de la aldea El Subin, La Libertad, diferentes actividades de apoyo.

#### **3.2. ESPECIFICOS**

1. Capacitar a los agricultores de la aldea El Subín sobre el manejo adecuado del cultivo de papaya.
2. Dar a los agricultores de la aldea El Subín capacitación sobre el establecimiento y manejo de frutales.
3. Diseñar un sistema de riego por micro aspersión en cítricos

#### **IV. METODOLOGIA EMPLEADA**

4.1 La metodología que se utilizó para capacitar a los agricultores de la comunidad El Subín sobre el cultivo de papaya fue la siguiente:

4.1.1 Se reunió a los agricultores de la comunidad en la finca MAGA-PROFRUTA-MITAC, un fin de semana.

4.1.2 Se expuso el manejo adecuado del cultivo de papaya.

4.1.3 Se entregó a cada uno de los participantes un folleto con una descripción del manejo adecuado del cultivo de papaya.

4.2 La metodología que se utilizó para capacitar a los agricultores de la comunidad El Subín sobre el establecimiento y manejo de frutales fue la siguiente:

4.2.1 Se reunió a los agricultores de la comunidad en la finca MAGA-PROFRUTA-MITAC, durante 40 días 6 horas diarias.

4.2.2 Se expuso a los agricultores las ventajas que tiene el manejo adecuado de los frutales.

4.2.3 Se entregó a cada uno de los participantes un folleto con una descripción de cómo introducir riego en un área productiva.

4.3 La metodología que se utilizó para el diseño del sistema de riego por microaspersión en cítricos fue la siguiente:

4.3.1 Para el diseño del sistema de riego primero se investigaron los siguientes datos: Área bruta, área bajo riego, tipo de suelo, capacidad de campo, punto de marchites, densidad aparente, infiltración básica, profundidad efectiva del suelo, evapotranspiración media diaria, humedad relativa, caudal con que se cuenta, calidad del agua, coeficiente del cultivo, distancia entre hilera, distancia entre plantas, caudal del emisor, espaciamiento entre laterales, espaciamiento entre emisores, diámetro efectivo humedecido, ángulo de cobertura y horas de operación por día.

4.3.2 Los datos recabados se analizaron con el software AGRONOMIA LA FLORIDA, el cual proporciona resultados sobre el diseño agronómico del sistema de riego.

## **V. APOYO Y PARTICIPACION INSTITUCIONAL**

5.1 Para la realización del servicio de capacitación sobre el manejo del cultivo de papaya, en la exposición, se contó con el apoyo del perito agrónomo Eric Flores, quién es trabajador de PROFRUTA.

5.2 Para la realización del servicio establecimiento y manejo de frutales se contó con el apoyo del Ing. Agr. Federico Carrera, jefe de PROFRUTA.

5.3 Para la realización del diseño del sistema de riego por aspersión se con la asesoría del Ing. Agr. Federico Carrera, jefe de PROFRUTA.

## **VI. AREA DONDE SE REALIZARON LOS SERVICIOS**

6.1 El servicio de capacitación sobre cultivo de papaya se realizo en la finca MAGA-PROFRUTA-MITAC, la cual se ubica en la aldea El Subín, La Libertad, Petén.

6.2 El servicio de capacitación sobre el riego en frutales se realizo en la finca MAGA-PROFRUTA-MITAC, la cual se ubica en la aldea El Subín, La Libertad, Petén.

6.3 La ejecución del diseño de riego por aspersión se realizo dentro de la finca MAGA-PROFRUTA-MITAC. El sistema de riego fue diseñado para cubrir una manzana de limón persa y una manzana de mandarina.

## **VII. APROVECHAMIENTO DERECURSOS DISPONIBLES**

### **7.1 RECURSOS HUMANOS**

Para la realización del servicio capacitación sobre el manejo adecuado del cultivo de papaya participaron 35 agricultores del municipio de Santa Elena, El Peten. Para la realización del servicio sobre establecimiento de semilleros y manejo del cultivo de papaya, guayaba y cítricos participaron 30 agricultores del Municipio de Sayaxche, El Peten. En la realización del diseño del sistema de riego por micro aspersión en cítricos participo el Ing. Agr. Federico Carrera como asesor en la toma de datos.

## **7.2 RECURSOS FÍSICOS**

7.2.1 Para la realización del servicio manejo del cultivo de papaya se tomo como referencia el cultivo de papaya de la Misión Técnica Agrícola de la Republica de China (MITAC) el cual posee una extensión de 2 manzanas y se encuentra dentro de la Estación Experimental PROFRUTA.

7.2.2 Para la realización del servicio establecimiento de semilleros y manejo del cultivo de papaya, guayaba y cítricos se tomo como referencia el cultivo de papaya y guayaba que son propiedad de la Misión Técnica Agrícola de la Republica de China (MITAC) y el vivero de cítricos (naranja, limón y mandarina) el cual pertenece a PROFRUTA.

7.2.3 Los datos para el sistema de riego por micro aspersion se tomaron en la Estación Experimental PROFRUTA. El caudal se determino en el río El Subin el cual pasa a un costado de las instalaciones de PROFRUTA

## **VIII. RECURSOS FINANCIEROS**

El financiamiento para la realización de los diferentes servicios fue proporcionado por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).

## **IX. INFORME DE LOS SERVICIOS PRESTADOS**

### **1. SERVICIO: CAPACITACION SOBRE MANEJO ADECUADO DEL CULTIVO DE PAPAYA.**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Los productores de papaya de la aldea El Subín, tienen que afrontar problemas como poca área disponible para siembra, además de eso tienen la desventaja de que no cuentan con los recursos económicos para poder invertir, por otra parte, la gran mayoría de ellos no cuentan con la tecnología necesaria para producir dicha fruta. Todas las desventajas mencionadas anteriormente hacen que los agricultores de la aldea no puedan competir con otras empresas, y mucho menos tener una producción en gran escala que les permita ubicar sus productos en los mercados internacionales a un precio justo para los consumidores y así mismo destinar parte de esa producción para satisfacer en parte la demanda de la industria

#### **1.2. OBJETIVOS**

1. Capacitar a los agricultores de la aldea El Subín sobre el uso adecuado del recurso suelo.
2. Capacitar a los agricultores sobre la mezcla de materiales para la elaboración de sustratos.

#### **1.3. METAS**

1. Se dio capacitación con una duración de 4 horas durante 2 días.
2. Se capacito a 35 agricultores.

#### **1.4. EVALUACION**

Se logro capacitar el 100% de las metas

## **2. SERVICIO: CURSO SOBRE ESTABLECIMIENTO DE SEMILLEROS Y MANEJO DEL CULTIVO DE PAPAYA, GUAYABA Y CITRICOS**

### **2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Durante los últimos años, en el departamento de El Peten, se ha ido incrementando la introducción de árboles frutales, pero en la actualidad se tienen muchos problemas en lo que se refiere a la producción de pilones ya que estos muchas veces no reúnen las condiciones de vigor para poder sobrevivir durante la fase de trasplante a campo definitivo, además se tienen problemas con lo que son las practicas culturales, principalmente en lo que se refiere a plan de fertilización, control de plagas, poda, requerimientos de agua de la planta y manejo de la cosecha; todos los problemas mencionados anteriormente influyen negativamente en las ganancias que el productor pueda obtener de su cosecha.

### **2.2. OBJETIVOS**

1. Capacitar a los productores de la aldea El Subín sobre la importancia del buen manejo de frutales.
2. Capacitar a los productores de la aldea El Subín sobre los aspectos a tomar en cuenta para el establecimiento de un vivero de frutales.

### **2.3. METAS**

1. Se impartió el curso durante 40 días, 6 horas diarias haciendo énfasis en temas como implementación de semilleros, manejo y control de plagas y enfermedades, riego, prácticas culturales y manejo de la cosecha.
2. Se capacito a 30 agricultores.

### **2.4. EVALUACION**

Se logro capacitar el 100% de las metas en el tiempo establecido.  
Ver pagina siguiente.



Cuadro 1. Temas impartidos en el curso: Implementación y manejo de viveros de frutales de papaya, guayaba y cítricos:

Operaciones matemáticas
Principios de química
Principios de anatomía vegetal
Principios de fisiología vegetal
Control de malezas
Principios de genética.
Diseño de experimentos
Fundamentos de ecología
Introducción al riego
Establecimiento del vivero de papaya
Requerimientos nutricionales de la papaya
Demanda de agua de la papaya
Fitopatología del cultivo de la papaya
Prácticas culturales y manejo de la cosecha
Establecimiento del semillero de cítricos
Demanda de nutrientes de los cítricos
Dosis de riego de los cítricos
Manejo y control de plagas y enfermedades de los cítricos
Prácticas culturales de los cítricos.
Manejo de la cosecha de los cítricos
Establecimiento del vivero de guayaba
Requerimientos nutricionales de la guayaba
Requerimientos de agua de la guayaba
Manejo y control de plagas y enfermedades que ataca a la guayaba
Prácticas culturales que se realizan a un cultivo de guayaba
Manejo de la cosecha de guayaba

### **3. SERVICIO: DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO POR MICROASPERSION EN 2 MANZANAS DE CITRICOS (1 manzana de limón persa y 1 manzana de mandarina).**

#### **3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El riego por aspersión es una red de tuberías por las cuales se conduce agua a los puntos de emisión de la parcela.

Las 2 manzanas de cítricos que hay en la finca MAGA-PROFRUTA-MITAC, tienen problemas de resecamiento de los frutos, causado por la falta de riego y por ende se está perdiendo la producción, ya que al consumidor no le agradan frutos con poca jugosidad.

A la par del problema anterior, está que a los árboles no les echan abono y por lo mismo algunos se están poniendo cloróticos lo cual es un síntoma de deficiencia; pero el anterior problema se puede resolver si al sistema de riego por aspersión se le añade fertilizante.

#### **3.2. OBJETIVO**

Realizar el diseño de un sistema de riego por aspersión.

#### **3.3. METAS**

Se realizó el diseño agronómico de un sistema de riego por micro aspersión en cítricos que cubrirá un área de 2 manzanas las cuales incluyen 1 manzana de mandarina y 1 manzana de Lidon.

#### **3.4. EVALUACION**

Se logró proporcionar un diseño agronómico del sistema de riego, lográndose el 100% de las metas. Ver página siguiente.

## Diseño agronómico del sistema de riego por micro aspersión:

### Riego de cultivos

**Cultivo:** Cítricos  
**Sistema de riego:** Micro aspersión

	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>A</b> (área bruta)	Ha	<b>7.00</b>
<b>Sr</b> (arrea neta bajo riego)	Ha	<b>1.40</b>
Tipo de suelo	textura	<b>arcilloso</b>
<b>Cc</b> (Capacidad de campo)	%	<b>35</b>
<b>Pm</b> (Punto de marchites)	%	<b>17</b>
<b>Pea</b> (Peso específico aparente)	(gr./cm <sup>3</sup> )	<b>1.25</b>
<b>Inf</b> (Infiltración b?sica)	Mm./h	<b>6.5</b>
<b>Pr</b> (profundidad efectiva del suelo)	m	<b>1.00</b>
<b>Etan</b> (Evaporación media diaria del tanque clase "A")	Mm./d	<b>5.00</b>
Viento > 3m/s	d(h)a(h)	
<b>HR</b> (humedad relativa)	%	<b>60</b>
Fuente de agua		<b>Río</b>
Caudal	(m <sup>3</sup> /h)	<b>35.00</b>
Calidad	mg/lit	
<b>Kc</b> (El coeficiente del cultivo)	coeficiente	<b>1</b>
<b>Zr</b> (Prof. ef. de raíces)	m	<b>0.7</b>
<b>Pa</b> (max. agua aprovechable)	%	<b>22%</b>
<b>dh</b> (Distancia e/hileras)	m	<b>7.00</b>
<b>dp</b> (Distancia e/plantas)	m	<b>4.00</b>
Espaciamiento- área	m <sup>2</sup>	<b>28.00</b>
Método de riego		<b>Micro aspersión</b>
<b>Ef</b> (Eficiencia del sistema)	%	<b>85.00%</b>
Emisor	tipo	
Presión de operación	m(altura)	<b>15.00</b>
<b>qe</b> (Caudal del emisor)	(L/h)	<b>80.00</b>
<b>dl</b> (Espaciamiento entre laterales)	m	<b>7.00</b>
<b>de</b> (Espaciamiento entre emisores)	m	<b>4.00</b>
Espaciamiento de la red	m <sup>2</sup>	<b>28.00</b>
<b>d</b> Diámetro efectivo/humedecido	m	<b>4.00</b>
Angulo de cuberter?a	grados	<b>360.00</b>
<b>Hd</b> (Max. horas de operación por día)	H	<b>11.00</b>
Días de paro	d	<b>1.00</b>

<b>Ld<sub>zr</sub></b> (Lamina disponible de la zona radicular)	Mm./zr		<b>157.50</b>
<b>Vd<sub>zr</sub></b> (Volumen de agua disponible -zona radicular)	(m <sup>3</sup> /Ha/zr )		<b>1,575.00</b>
<b>Laz<sub>r</sub></b> (Lamina aprov. a la prof. radicular)	Mm./zr	44.9%	<b>34.65</b>
<b>Par</b> (Porcentaje del área bajo riego)	%	12.57	<b>44.9%</b>
<b>Ph<sub>r</sub></b> (Precipitación horaria del sistema de riego)	Mm./h	<b>CIERTO</b>	<b>6</b>
<b>K<sub>tan</sub></b> (Coeficiente del tanque clase "A")			<b>1.00</b>
<b>E<sub>Tc</sub></b> (Uso consuntivo )	Mm./día		<b>5.00</b>
<b>I<sub>r</sub></b> (Intervalo de riego)	d		<b>3.11</b>
<b>I<sub>r aj</sub></b> (Intervalo de riego aj.)	d		<b>6.00</b>
<b>CR</b> (Ciclo de riego)	d		<b>5.00</b>
<b>LR(aj)</b> (Lamina de riego ajustado)	Mm.		<b>66.88</b>
<b>Pa</b> (Porcentaje del agua aprovechada)	%		<b>42.46%</b>
<b>LB</b> (Lamina bruta)	Mm.		<b>78.68</b>
<b>DB</b> (Dosis de riego bruta)	(m <sup>3</sup> /Ha )		<b>352.94</b>
<b>H<sub>t</sub></b> (Horas de riego por turno)	h/turno		<b>12.35</b>
<b>T<sub>d</sub></b> (Max. numero de turnos de riego diarios)	turno/día		<b>0.89</b>
<b>T<sub>d aj</sub></b> (Max. numero de turnos de riego diarios ajustado)	turno/día		<b>2.00</b>
<b>H<sub>d</sub></b> (Horas de riego por día)	h/día	<b>CIERTO</b>	<b>10.87</b>
<b>H<sub>c</sub></b> (Horas de turnos por ciclo)	h/ciclo		<b>123.53</b>
<b>T<sub>c</sub></b> (Numero de turnos por ciclo)	turnos/ciclo		<b>10.00</b>
<b>St</b> (Superficie bajo riego, por turno)	Ha/turno		<b>0.14</b>
<b>DB<sub>t</sub></b> (Dosis de riego bruta por turno)	(m <sup>3</sup> /turno )		<b>49</b>
<b>Q<sub>r</sub></b> (Caudal requerido)	(m <sup>3</sup> /h )	<b>CIERTO</b>	<b>4</b>
<b>E<sub>mt</sub></b> (Numero de emisores por turno)	e/turno		<b>50</b>
<b>V<sub>Bc</sub></b> (Volumen bruto por ciclo de riego)	(m <sup>3</sup> /ciclo )		<b>494</b>
<b>Q<sub>e</sub></b> (Caudal especifico)	(m <sup>3</sup> /Ha/h )		<b>0.57</b>

## **IX. Comentario**

El Ejercicio Profesional Supervisado de Aeronomía (EPSA), de la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene como finalidad contribuir a la formación profesional de los estudiantes de dicha facultad y al mismo tiempo meter al practicante dentro de lo que es la problemática del agro nacional.

Es por esto que el estudiante esta comprometido con la sociedad y por eso debe de contribuir en la preposición de metodologías para la polución de problemas talvez no solo de índole agrícola sino también sociales como por ejemplo la gestión de proyectos de improducción de agua potable o construcción de un centro de salud, en la aldea o comunidad donde se realiza la practica supervisada.

## X. BIBLIOGRAFIA

1. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1980. Diccionario geográfico nacional. 2 ed. Guatemala, José de Pineda Ibarra. Tomo 2 p. 963-965.
2. MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la republica de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250000. 1 CD.
3. PROFRUTA (Proyecto para el Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria, GT)  
Manual del cultivo de la papaya. Guatemala. p. 1-36

