

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



***Pythium* sp., causante de marchitez de la lechuga romana (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico en la Comarca Lagunera de Coahuila.**

**POR:**

**EVERARDO SANTIAGO SÁNCHEZ**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**FEBRERO DEL 2014**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER

EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

PRESIDENTE:



Ph. D. Vicente Hernández Hernández

VOCAL:



Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna

VOCAL :



M.C. Javier López Hernández

VOCAL SUPLENTE:



M.C. Sergio Hernández Rodríguez

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS:



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DEL 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

*Pythium* sp., causante de marchitez de la lechuga romana (*Lactuca sativa* L.)  
en cultivo hidropónico en la Comarca Lagunera de Coahuila.

POR:

EVARARDO SANTIAGO SÁNCHEZ

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:



Ph. D. Vicente Hernández Hernández

ASESOR:



Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna

ASESOR:



M.C. Javier Lopez Hernandez

ASESOR:



M.C. Sergio Hernández Rodríguez

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS:



Dr. Francisco Javier Sánchez Ramos



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO DEL 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

**Dios:** Por el Don de la vida, permitirme llegar a la UAAAN, guiarme paso a paso y llegar hasta esta etapa importante de mi vida cumpliendo este anhelo.

**A mi Universidad:** Que me brindó su más cálida bienvenida al llegar, y durante la estancia me dio un espacio para desarrollarme tanto profesionalmente como personalmente.

**A mi familia:** En especial a mis padres Sra. Luciana Sánchez López y Sr. Pedro Santiago Sánchez pilares importantes en mi vida, ya que sin ellos no hubiese conseguido este anhelo de estudiar; mis más sinceros agradecimientos por todo el sacrificio en estos cuatro años y medio, preocupándose en cada momento por mi bienestar.

**A mi asesor Ph. D. Vicente Hernández Hernández** por darme la oportunidad de hacerme participe en este proyecto, el apoyo en la asesoría en los momentos que más lo necesite, haciendo énfasis que es una persona muy noble, sencilla y cumplir con su disposición en los momentos que surgieron las dudas.

**A los integrantes del comité de Asesores:** Ph. D. Vicente Hernández Hernández, Ph. D. Vicente De Paul Álvarez Reyna, M.C. Javier López Hernández y M.C. Sergio Hernández Rodríguez, por su apoyo en las correcciones y sugerencias en el presente trabajo.

**A todos mis maestros del departamento de Parasitología:** Gracias por sus enseñanzas, consejos, sugerencias y el interés por transmitir conocimientos en cada clase: Ph. D. Vicente Hernández Hernández, Ph. D. Vicente De Paul Alvarez Reyna, M.C. Javier López Hernández y el M.C. Sergio Hernández Rodríguez, Dr, Francisco Javier Sánchez Ramos, Ing. Bertha Alicia Cisneros Flores, Ph. D. Florencio Jiménez Díaz, Ph. D. Teodoro Herrera, Ing. José Alonso Escobedo y el M.C. Claudio Ibarra Rubio.

**A la Ing. Gabriela Muñoz Dávila** por su ayuda y apoyo en el trabajo laboratorio y facilitarme los materiales en todo momento.

## DEDICATORIAS

**Principalmente a mi Dios:** por darme la vida, la oportunidad de estudiar y ponerme los medios en el cual me permitió llegar a esta maravillosa universidad y cuidarme en todo este tiempo.

**A mis padres:** Por su incondicional apoyo en todo momento de la carrera, a la Sra. Luciana Sánchez López y Sr. Pedro Santiago Hernández, un ejemplo de padres que quieren lo mejor para sus hijos, por cada uno de los desvelos y preocupaciones que les causé; este es el fruto del trabajo que ustedes fueron cómplices el cual no habría podido sin la intervención de ustedes.

**A mis hermanos:** Teresa Santiago Sánchez que me ha apoyado tanto económicamente y moralmente, Rufino Santiago Sánchez, Josué Santiago Sánchez y Anwar Santiago Sánchez, gracias por su apoyo, sus ánimos y el sacrificio de cada uno de ustedes para que yo pudiera culminar mis estudios, son unos hermanos maravillosos.

**A mi grupo de Renovación:** A la coordinadora M. Ester Barrios, a mis hermanos Irma Fraire, Lidia Ordaz, Alberto, Roberto Rubio, Yasmin Chairez, Graciela Navarro, Rosa Isela Escobedo Montoya, ellos también han aportado su granito de arena para mi crecimiento personal y profesional, gracias por su oración en los momentos difíciles durante mi estancia aquí en Torreón y toda la comunidad Diocesana de RCCES.

## RESUMEN

En el 2013 en el Instituto Tecnológico de Torreón (ITT, antes Instituto Tecnológico Agropecuario No.10), en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L) en hidroponía, se presentó un problema consistente en marchitez de las plántulas, razón por la que se inició el presente trabajo con el objetivo: de describir la enfermedad y el agente causante de la marchitez de la lechuga romana. El estudio se realizó en dos fases: la primera consistió en coleccionar las muestras de lechuga romana que fueron tomadas de los invernaderos de un proyecto de investigación del ITT; la segunda, consistió en el análisis en el laboratorio del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna.

Los síntomas observados (pudrición de la radícula) correspondieron a la enfermedad conocida como Complejo de Enfermedades de la Semilla y de la Plántula. El agente causante de la enfermedad es el stramenopilo, fitopatógeno del suelo *Pythium* sp.

**Palabras claves:** *Pythium*, lechuga romana, *Lactuca sativa*, marchitez y clorosis.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIAS .....	iii
RESUMEN .....	iv
ÍNDICE .....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. OBJETIVO.....	2
1.3. HIPOTESIS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Importancia de la lechuga romana.....	3
2.2. Origen de la lechuga.....	3
2.3. Sistema de producción en hidroponía.....	4
2.3.1. Tipo de solución y preparación.....	5
2.3.2. Siembra.....	5
2.3.3. Labores de cultivo a campo abierto.....	5
2.3.3.1. Reposición de plantas:.....	5
2.3.3.2. Aclareo:.....	6
2.3.3.3. Escarda:.....	6
2.3.3.4. Blanqueado:.....	6
2.3.4. Variedades.....	6
2.3.5. Fertilización.....	7
2.3.6. Riego.....	9
2.3.7. Producción de lechuga en México.....	10
2.3.8. Producción y costos.....	11
2.3.9. Cosecha.....	11
2.3.1.1. Principales insectos plaga de la lechuga.....	12



2.3.1.2. Enfermedades causadas por hongos.....	12
2.4. <i>Pythium</i> .....	14
2.4.1. Importancia.....	14
2.4.2. Distribución.....	15
2.4.3. Daños y pérdidas que causa.....	16
2.4.4. Clasificación.....	17
2.4.5. Ciclo de vida.....	19
2.4.6. Reproducción asexual.....	19
2.4.7. Reproducción sexual.....	21
2.4.8. Características morfológicas para Identificación de <i>Pythium</i> .....	23
2.5. Manejo de <i>Pythium</i> .....	25
2.5.1. Control biológico.....	25
2.5.2. Control mediante prácticas de cultivo.....	26
2.5.3. Control químico.....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1. Área de estudio.....	29
3.2. Recolección de muestras.....	29
3.3. Análisis de las muestras.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Análisis de las muestras.....	31
4.1.1. Síntomas en el follaje.....	31
4.1.2. Síntomas en la radícula.....	32
4.1.3. Descripción del fitopatógeno.....	34
V. CONCLUSIONES.....	36
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	37

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Solución nutritiva (Hoaglant <i>et al.</i> , 1938).	8
Cuadro 2 Solución nutritiva para la lechuga según (SHCN, 2014).	9

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo de vida del <i>Pythium</i> (Agrios, 1995)	19
Figura 2	Análisis de muestras(microscopio estereoscópico)	30
Figura 3	Análisis de muestras(microscopio compuesto)	30
Figura 4	Síntomas de las muestras A	31
Figura 5	Síntomas en follaje B	32
Figura 6	Síntomas en follaje C	32
Figura 7	Síntoma en follaje D	32
Figura 8	Síntoma en follaje E	32
Figura 9	Síntoma en radícula F	33
Figura 10	Síntoma en radícula G	33
Figura 11	Síntoma en la radícula H	33
Figura 12	Síntoma en radícula I	33
Figura 13	Micelio, oogonio, anteridio y oospora J	34
Figura 14	Cuerpo fructífero K	35
Figura 15	Cuerpo fructífero L	35

## I. INTRODUCCIÓN

La lechuga romana (*Lactuca sativa* L.) es un cultivo importante para el mercado de hortalizas que se comercializan en fresco en términos de peso, producción y valor de mercado. Es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja, ampliamente conocida y cultivada en casi todos los países del mundo; una de las hortalizas típicas de ensalada y se considera una planta con propiedades tranquilizantes. El alto contenido de vitaminas que contiene la hace una planta muy apreciada en la dieta moderna (Tapia, 2003).

La Comarca Lagunera no es una región destacada en la producción de lechuga a nivel comercial, ya que las principales hortalizas regionales son: Solánaceas (tomate, chile) y Cucurbitáceas (melón, sandía); sin embargo, a nivel doméstico y en forma experimental, se ha llevado a cabo el cultivo de lechuga romana.

En abril de 2013, en el Instituto Tecnológico de Torreón (antes Instituto Tecnológico Agropecuario no. 10), se estableció en forma experimental una siembra de lechuga romana para evaluar su producción en hidroponía. Aproximadamente a los 30 días después del trasplante, el follaje de las plántulas mostró clorosis, seguida inmediatamente por marchitez total, razón por la que se inició este trabajo para estudiar y describir el problema, con el siguiente:

### **1.2. OBJETIVO.**

Describir la enfermedad y agente causante de la marchitez de la lechuga romana (*L. sativa* L.).

### **1.3. HIPOTESIS.**

La enfermedad es el Complejo de Enfermedades de la Semilla y de la Plántula, causado por *Pythium* sp y/o *Rhizoctonia solani* Kühn.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia de la lechuga romana.

Su importancia radica en el valor nutritivo que contiene la lechuga, ya que se menciona que es rica en vitaminas como (A, B, C y E) y minerales como (potasio, calcio, fósforo y magnesio); además se le atribuyen propiedades medicinales contra el insomnio o las dificultades para dormir; impide la formación de cálculos renales, reduce los niveles de colesterol en la sangre; también se usa para tratar enfermedades del aparato respiratorio, reducir el dolor causado por golpes o torceduras y como mascarilla para tratar el acné (Propiedades medicinales, 2014). Esta hortaliza, se puede consumir en fresco como ensalada, en emparedado y en licuado (Rozano *et al.*, 2004). Además, la producción de lechuga, es una alternativa para las familias de áreas urbanas y rurales para complementar su canasta básica, ya que se puede cultivar en áreas pequeñas e inclusive en tubos verticales con bajo costo (Ángel, *et al.*, 2011).

### 2.2. Origen de la lechuga.

Anteriormente, se consideraba que el origen de la lechuga había que situarlo en el cercano Oriente; sin embargo, actualmente, los botánicos no se ponen de acuerdo al respecto, por existir, además de *Lactuca sativa* L., un segundo ancestro de la lechuga, *Lactuca scariola* L., que se puede encontrar en estado silvestre en la mayor parte de las áreas templadas. Se plantea que las variedades de lechugas cultivadas actualmente son el producto de una hibridación

entre especies distintas, continuando por el normal proceso de selección de mutaciones. (Maroto *et al.*, 2000).

### **2.3. Sistema de producción en hidroponía**

La principal ventaja que presenta la producción de hortalizas bajo invernadero es la posibilidad de tener mayor control, tanto de las condiciones climáticas como del manejo fitosanitario de los cultivos. La hidroponía o cultivo sin suelo, se realiza básicamente por tres metodologías: en medio líquido, en sustrato inerte y aeroponía (Papadopoulos *et al.*, 1999).

Entre las ventajas del sistema destacan: menor consumo de agua por kilogramo de producto y mayor producción por superficie empleada, aunque la inversión inicial requerida para establecer una unidad de producción bajo este sistema es relativamente alta. En el ámbito comercial los sistemas hidropónicos más empleados son los que emplean sustratos sólidos inertes. Sin embargo, los problemas de riesgo medioambiental que se presentan en la disposición final de los sustratos agotados y pérdida tanto de agua como fertilizantes por lixiviación, han enfocado el interés por los sistemas que involucran el reciclado de lixiviado y aún más por aquellos sistemas que no requieren sustrato, tales como el sistema de la técnica de película de nutrientes (Marins y López, 1998; Bugbee, 1995). Este sistema en la actualidad ya es muy empleado para estudios de los cultivos bajo hidroponía, así como para producción comercial a diferentes escalas (Martins y López, 1998).

### **2.3.1. Tipo de solución y preparación.**

Los elementos requeridos para el desarrollo de las plantas son incluidos en la solución nutritiva (Hoagland *et al.*, 1938) la cual es una solución que puede ser usada en el cultivo sin suelo de diferentes especies vegetales como es la lechuga en cultivos hidropónicos (Quiroga *et al.*, 1998).

La solución nutritiva se emplea para mantener el valor de la conductividad en los valores adecuados para los cultivos que generalmente son de 0.15 a 0.3 S/m (Papadopoulos, 1999). El valor de pH recomendado para el cultivo de lechuga es de 6.0 a 6.5 y generalmente se recomienda para el control el uso de KOH y HNO<sub>3</sub> o H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, ya que estos aportan nutrimentos al mismo tiempo que modifican el pH (Aubert, 1997)

### **2.3.2. Siembra**

Se siembra en líneas separadas de 50-60 cm; las plántulas se ralean de 25 a 30 cm. Es necesario mencionar que en suelo la densidad de plantación es inferior (2.5 plantas/m<sup>2</sup>) al empleado en el sistema hidropónico de esta evaluación (4.3 plantas/m<sup>2</sup>) ya que en suelo la distancia entre surcos o hieleras suele hacer la diferencia entre el suelo y sistema hidropónico (Cuauhtémoc *et al.*, 2005).

### **2.3.3. Labores de cultivo a campo abierto.**

#### **2.3.3.1. Reposición de plantas:**

Se hace después del trasplante si hay necesidad (Maroto, 1982).



#### **2.3.3.2. Aclareo:**

Si se hizo una siembra directa se hace o realiza esta labor cuando las plantas tienen de 6 a 8 cm de altura (Maroto, 1982).

#### **2.3.3.3. Escarda:**

Se deben realizar tantas como sean necesarias para eliminar la maleza, aunque también se puede recurrir a la aplicación de herbicidas (Maroto, 1982).

#### **2.3.3.4. Blanqueado:**

En la lechuga romana que no forma un verdadero cogollo se procede a atarlas mediante una ligadura de esparto o cordel, diez-quince días antes de la recolección, con el fin de que las hojas interiores de la lechuga al estar fuera del contacto con la luz pierden clorofila y adquieran el color blanco-amarillento (Maroto, 1982).

#### **2.3.4. Variedades.**

1) *Lactuca sativa* var. Capitata L., conocida como lechuga acogollada, se divide a su vez en crispilla (iceberg) y mantecosa (butterhead). La crispilla tiene cogollos firmes producidos por lo compacto de las hojas rizadas de nervio central fuerte; la mantecosa tiene hojas relativamente blandas de apariencia grasienta. Igual que en las crispillas las hojas de las plantas maduras forman un cogollo, aunque es menos firme que en el tipo anterior (Maroto, 2000).

2) *Lactuca sativa* var. Longifolia Lam. La lechuga oreja de mulo o romana. Las hojas rectas, y relativamente estrechas de textura crispada forman un cogollo cerrado, es la que más se cultiva en México en la mayoría de los estados (Maroto, 2000).

3) *Lactuca sativa* var. Crispa L., la lechuga de “hoja” o rizada que no forma un cogollo, sino una especie de falso cogollo de hojas. Algunas variedades tienen las hojas muy bordeadas y rizadas de las que son ejemplos la Salad Bowl y Grand Rapidos (Maroto, 2000).

4) *Lactuca sativa* var. Asperagina Bailey (sin. Var. Angustana Irish); todas las formas de este grupo tienen típicos tallos carnosos que son el principal objetivo culinario, especialmente en Asia, un cultivar común en el norte de Europa y Norteamérica; algunos cultivares de este tipo tienen las hojas de color gris claro (Maroto, 2000).

### **2.3.5. Fertilización.**

En la fertilización de la lechuga se deben tomar en cuenta muchos factores como la variedad, tipo de suelo y su fertilidad, entre otros. Además de éstos, las prácticas de cultivo empleadas juegan un papel primordial; además se debe tomar en cuenta el pH, y la salinidad, puesto que la lechuga es sensible a la acidez y la salinidad del suelo, principalmente en etapas jóvenes. Cuando hay problema de acidez, debe aplicarse una enmienda cálcica (Calcat) de 30 a 75 l/ ha; esto

ayudará a evitar la deficiencia de macroelementos que puede ser causa de que las plantas no acogollen (Maroto, 2002).

El macroelemento principal que es absorbido en mayor cantidad por la lechuga es el potasio seguido por el nitrógeno y en último lugar el fósforo. En base a los valores medios de cantidades de fertilizantes extraídos por las plantas de lechuga, una fórmula de equilibrio apropiada para la lechuga es en la proporción de 1 N: 2 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 3 K<sub>2</sub>O, es decir, 1:2:3 (Maroto, 2000).

A continuación (Cuadros 1 y 2) se presentan alternativas de fertilización:

Cuadro 1. Solución nutritiva (ppm) de macronutrientes y micronutrientes (Hoagland *et al.*, 1938).

Macronutrientes	Micronutrientes
N P K	Ca Mg S Cu Fe Mn Zn B Mo
190 36 212	53 21 70 0.02 5 0.5 0.5 0.5 0.01

Cuadro 2. Solución nutritiva para la lechuga según (XAXENI, 2014).

Elemento nutritivo	Porcentaje
Nitrógeno Total (N)	10.00%
Fosforo Asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	5.50%
Potasio Asimilable (K <sub>2</sub> O)	12.60%
Calcio (Ca)	9.20%
Azufre nutricional (S)	3.30%
Magnesio (Mg)	2.20%
Boro (B)	0.03%
Zinc (Zn)	0.01%
Cobre (Cu)	0.00%
Manganeso (Mn)	0.03%
Hierro (Fe)	0.20%

### 2.3.6. Riego

Es necesario conocer el volumen total de agua que un cultivo necesita para su desarrollo óptimo para el establecimiento del programa de riego (Maroto, 2000).

Así como sucede con las exigencias nutritivas, las necesidades de agua para un cultivo como la lechuga son variables y dependen de muchos factores

como condiciones meteorológicas (radiación, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, entre otros), características del suelo (textura, estructura, profundidad de la capa freática, porcentaje de materia orgánica) condiciones de cultivo, entre otras (Maroto, 2000).

El riego aplicado a la lechuga es de 3 veces al día de 100 a 200 ml/planta/riego y una opción para dar un riego óptimo es el sistema de riego por goteo (XAXENI, 2014)

### **2.3.7. Producción de lechuga en México.**

La producción nacional de lechuga durante el período del 21 de marzo a 21 de septiembre se realizó mayormente en lugares donde se tiene disponibilidad de agua, ya que bajo esta modalidad se sembraron 10,409.85 has, con una producción de 212 260 000 kg, contra 251.0 has sembradas en temporal, con una producción de 3 632 000 kg (SNIIM, 2005).

La producción de lechuga romana la Valoración productiva de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica.55 kg/pieza (32.4 ton/ha/ciclo) con una densidad de plantación de 5.9 plantas/m<sup>2</sup>. El consumo de agua fue de 13.8 litros/planta (Cuauhtémoc *et al.*, 2005).

Es una especie perenne dentro de las mas cultivadas en nuestro país, Lechuga romana (*Lactuca sativa* L.) donde la superficie fue de 11 261 has, 245 435 toneladas, \$ 446 315 valor de la producción/ ha, donde los principales

estados fueron: Aguascalientes, Baja California, Guanajuato, México, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas (Molina *et al.*, 2006)

El 80% de la producción nacional se obtuvo en cinco estados del 2004 al 2011. El principal estado productor de lechuga por superficie cultivada y rendimiento fue Guanajuato, con una superficie cultivada de 2, 165 has y un rendimiento de 17,863 ton/ha, le siguen el estado de Puebla, con 28.1% del total, Baja California, dentro de los más importantes (SIAP, 2011).

#### **2.3.8. Producción y costos.**

Es importante señalar, que en Veracruz durante el 2009, el precio por tonelada fue de \$3,056.03 m.n superando en precio a Aguascalientes \$1,719.55 m.n, Guanajuato \$2,470.61m.n, Puebla \$1,988.45 m.n y Zacatecas \$1,687.69 m.n (SIAP, 2011).

#### **2.3.9. Cosecha.**

La recolección de la lechuga puede hacerse de maneras muy diversas, desde el sistema manual hasta sistemas totalmente mecanizados. En pequeñas superficies es bastante frecuente que se practique la recolección manual; actividad que se puede prolongar por dos o tres semanas, mientras que en almacén se procede a la manipulación y envasado aunque a veces de forma manual también se elabora en el campo (Maroto, 2000).

Es bastante frecuente que las piezas de lechuga se cubran con polietileno (plástico) delgado o se introduzcan en el interior de bolsas plásticas de polipropileno (Maroto, 2000).

#### **2.3.1.1. Principales insectos plaga de la lechuga.**

Trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) se trata de una de las plagas que actúa como vector del virus del bronceado del tomate (TSWV), además los daños directos que ocasiona son picaduras y hendiduras de oviposiciones cuyo número depende del nivel poblacional del insecto (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Minadores (*Liriomyza trifolii* Burgess y *Liriomyza huidobrensi* Blanchard). Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood.). Produce una melaza que deteriora las hojas, dando lugar a un debilitamiento general de la planta (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Pulgones (*Myzus persicae* Sulz.) se trata de una plaga sistemática en el cultivo de la lechuga, siendo su incidencia variable según las condiciones climáticas; los pulgones son vectores de algunas virosis que hacen inviable el cultivo (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

#### **2.3.1.2. Enfermedades causadas por hongos.**

Antracnosis (*Marssonina panattoniana* Berlese). Los daños inician con lesiones del tamaño de la punta de un alfiler; aumentan de tamaño formando

manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro que crecen hasta un diámetro de 4 cm (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Botritis (*Botrytis cinerea* Pers). Los síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Mildiu (*Bremia lactucae* Regel). En el haz de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro, y en el envés aparece un micelio veloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Esclerotinia (*Sclerotinia* sp.). Es una enfermedad principalmente de suelo. Produce un marchitamiento lento en las hojas, iniciando en las más viejas y continúa hasta que toda la planta queda afectada (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Septoriosis (*Septoria lactucae*). Enfermedad que produce manchas en las hojas inferiores (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Complejo de Enfermedades de la Semilla y de la Plántula [(CESP). Causa pudrión de la semilla y muerte de plántulas; es causada por varios Fitopatógenos, pero especialmente por *Pythium* spp. y *Rhizoctonia solani*) (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Manchas foliares (*Stemphilium botriosum* Wallr). Son manchas irregulares a circulares, de color café claro en las hojas (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).



Manchas necróticas (*Xantomonas campestris* y *Pseudomonas cichorii*). Se presentan principalmente en el follaje (Landa, *et al.*, 2011; Latorre, 1990).

Mosaico de la lechuga [*Virus del Mosaico de la Lechuga (VML)* ]. Se transmite por semilla y pulgones. Los síntomas son: moteado y mosaico verdoso que se van acentuando al crecer las plantas, dando lugar a una clorosis generalizada (Maroto, 2002).

Otras virosis. También se pueden presentar: Mosaico del Pepino, Macronervadura de la Lechuga, Bronceado del Tomate, Falso Amarillamiento de la Remolacha, Amarillamiento Necrótico de la Lechuga (Maroto, 2002).

## **2.4. *Pythium*.**

### **2.4.1. Importancia.**

*Pythium* es el stramenopilo fitopatógeno más importante que infecta a la semillas y plántulas antes de emerger del suelo; también infecta las raíces e hipocótilo de las plántulas después de emerger, llegando a ocasionar la muerte. El resultado de esta infección recibe el nombre de Complejo de Enfermedades de la Semilla y de la Plántula (CESP) o Ahogamiento. Muchas especies de plantas pueden sobrevivir a la infección luego de que han emergido, no obstante, generalmente exhiben síntomas tales como la reducción de su vigor y poco desarrollo. *Pythium* también puede infectar las raíces de plantas maduras ocasionando lesiones necróticas y pudriciones. *Pythium* reduce significativamente el crecimiento y productividad de los cultivos aun cuando no manifieste la

sintomatología característica asociada con la enfermedad, debido a que las raicillas y pelos radicales son destruidas y el sistema radicular utiliza el nitrógeno y otros nutrientes ineficientemente (Martín, 1999).

En México este patógeno se ha detectado atacando a más de 60 especies vegetales (Rodríguez, 2001). Entre otros, ataca diversos cultivos como Solanáceas y Cucurbitáceas en suelos de Sinaloa (Romero, 1988), así como frijol (*Phaseolus vulgaris*) en el valle de México (Rodríguez, 2001) y fresa (*Fragaria* sp), en Michoacán (Ceja, 2008). Dado que las plantas son más vulnerables al ataque de *Pythium* durante la germinación o sus primeros estadíos y a que las suculentas son más susceptibles a su ataque, es probable que este patógeno sea causante de una baja tasa de germinación y muerte prematura de las plántulas cuando se registran condiciones de alta humedad, como ocurre generalmente en los trópicos (Paulus *et al.*, 2001).

El nivel de pérdidas en cultivos hortícolas causado por *Pythium* en Centroamérica alcanza los 3,845 kg/ha, representando un nivel de daño económico de 230 millones de dólares al año (Ribeiro, 1996).

#### **2.4.2. Distribución.**

El género *Pythium* consiste en aproximadamente 120 especies que ocupan diversos hábitats, que van desde ecosistemas terrestres, hasta el agua salada de las estuarias. Muchas especies son patógenas de plantas, otras son estrictamente saprofitas del suelo o son parásitas de insectos, peces, algas o mamíferos. Se cree que algunas especies no patógenas muestran características de control

biológico capaces de proteger a las plantas del ataque de las especies patógenas. Algunas especies patógenas poseen un rango amplio de hospedantes, mientras otras infectan un limitado número de especies de plantas; por ejemplo, *P. aphanidermatum* y *P. ultimum* son patógenos de un gran número de cultivos, mientras que *P. graminicola* y *P. spinosum* tienen un número de hospedantes más restringido (Martín, 1999).

Este stramenopilo es un parásito facultativo, es decir, que puede desarrollarse en cualquier tipo de materia orgánica en descomposición (plantas, animales), así como en medios de cultivo artificiales (selectivos). Las especies de *Pythium* se desarrollan en aguas superficiales y suelos de todo el mundo. el patógeno necesita de agua corriente para que las zoosporas naden e infecten a las plantas. Cuando un sustrato húmedo está infectado por *Pythium*, cualquier semilla o plántula joven está expuesta al ataque de este fitopatógeno (Agrios, 2005).

#### **2.4.3. Daños y pérdidas que causa.**

Pudriciones radicales, ocasionadas por distintas especies de hongos del género *Pythium* sp., también pueden constituir un problema patológico importante en cultivo hidropónico de lechuga, observándose al levantar las planchas de poliestireno. Sus esporas, las que poseen flagelos, pueden diseminarse fácilmente en el agua, por lo que cualquier contaminación con el patógeno del sustrato utilizado, tanques, cañerías, solución nutritiva puede llevar a un desarrollo rápido de la enfermedad. Por lo anterior es importante mantener el sistema

completamente cerrado. Los síntomas asociados a la acción de este hongo, son fundamentalmente necrosis, pudrición en raíces y zona del cuello de la planta (Sherf y MacNab, 1986). Esto finalmente se traduce en pérdida de vigor, clorosis y finalmente marchites (Apablaza, 1999)

Nuevamente el control de este hongo que se disemina fácilmente a través del agua se basa principalmente en el empleo de sustratos, solución nutritiva, recipientes y sistemas de conducción limpios, libres de patógenos. Para esto, es importante el evitar contaminación con tierra, para lo cual, entre otras medidas, se puede cubrir el suelo adyacente al cultivo con plástico o plastillera, para evitar contaminación del sustrato o bien mantener cubierto el estanque de riego para impedir la contaminación del agua, la que a su vez debería ser en lo posible conducida a través de tubos (Latorre, 1995).

Finalmente es recomendable cada vez que se coseche una mesa o sector común de cultivo de lechuga, limpiar éstas al igual que las planchas de poliestireno empleadas, con una solución de hipoclorito de sodio (lejía) al 2%. El objetivo de esta labor es evitar que quede cualquier posible fuente de inóculo para un nuevo ciclo de cultivo (Jarvis, 2000).

#### **2.4.4. Clasificación.**

Clasificación taxonómica de *Pythium* de acuerdo con (Pérez *et al.*, 2007).

Dominio: Eucaria

Reino: Stramenopila

Filo: Oomycota

Clase: Oomycetes

Orden: Pythiales

Familia: Pythiaceae

Género: *Pythium*

Especie: Varias

La clasificación taxonómica de los géneros *Phytophthora* y *Pythium* ha sido ampliamente discutida. En un principio fueron clasificados como una división del reino Fungi, pero esto ha caído en desuso y actualmente se incluyen dentro del reino Stramenopila que incluye algas pardas y diatomeas. Aunque la existencia en este mismo reino también es discutido, debido a esto la comunidad internacional también los suele incluir en el reino Protista; la confusión en la clasificación se debe a una convergencia evolutiva con los hongos (Pérez *et al.*, 2007).

La característica común al filo es el crecimiento de micelio sin septación y el ciclo de vida que presentan es diplonte, es decir, presentan un ciclo que alternan fases miceliales diploides con fases de reproducción sexual haploides. La fase de reproducción asexual se caracteriza por la presencia de zoosporas biflageladas, con un flagelo con filamentos (pelillos) transversales dirigido hacia delante y otro desnudo que generalmente se dirige hacia atrás. La fase de reproducción sexual es por oogamia, por gametangiogamia (copulación-contacto gametangial) (ISHS, 1995).

### 2.4.5. Ciclo de vida.

El ciclo de vida de *Pythium* puede describirse considerando los tipos de reproducción del fitopatógeno.

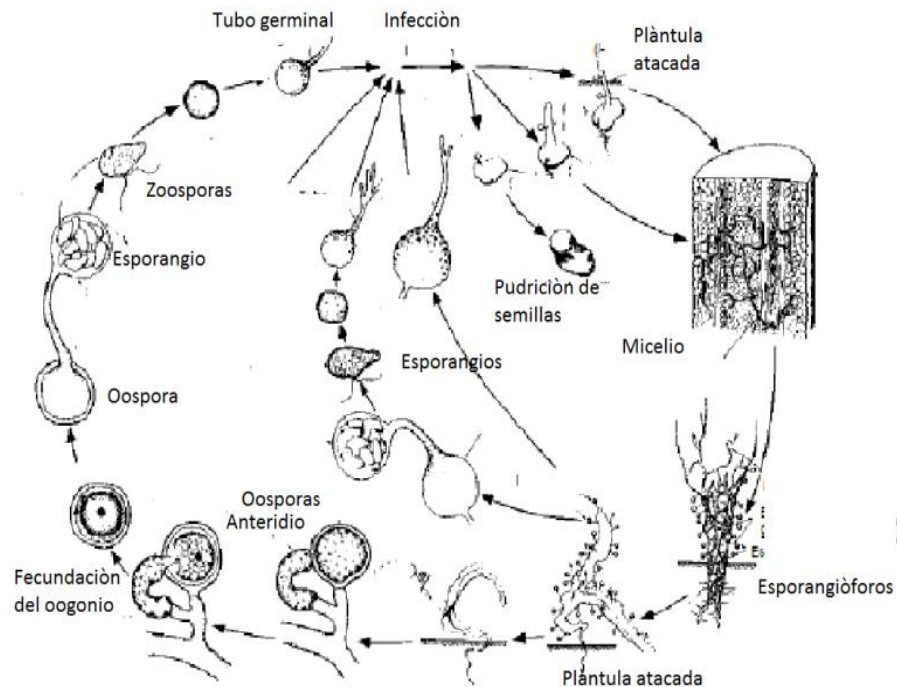


Figura 1. Ciclo de vida de *Pythium* (Agrios, 1995)

### 2.4.6. Reproducción asexual.

Ocurre de la misma manera en todos los oomicetos, mediante la formación de estructuras llamadas esporangios, estos se encuentran sobre una hifa especializada que recibe el nombre de esporangióforo. Los esporangios difieren en cada uno de las distintas especies de oomicetos en cuanto a forma, modo de germinación, localización en el tejido del hospedante y estructura de los

esporangióforos. La forma de los esporangios de *Pythium* va desde filamentosa en algunas especies a redonda (Infoagro, 2003).

Se conocen dos diferentes mecanismos de germinación de los esporangios. El tipo de mecanismo es específico para cada especie; algunas especies pueden germinar de ambas formas dependiendo de la temperatura o condiciones de humedad. En muchas especies de patógenos foliares el esporangio germina directamente en la superficie de una planta susceptible mediante la formación de un tubo germinativo (Infoagro, 2003).

En la mayoría de los casos los esporangios germinan indirectamente mediante la producción de zoosporas, que son esporas asexuales móviles, estas zoosporas poseen dos flagelos, un flagelo mastigonemado dirigido hacia delante y otro desnudo que, generalmente, se dirige hacia atrás. En las especies de *Phytophthora* la diferenciación de las zoosporas ocurre en los esporangios, en contraste con las especies de *Pythium*, donde el esporangio produce un pequeño tubo que se conecta a una estructura secundaria similar a una vesícula. Las estructuras son parcialmente diferenciadas en el esporangio para luego ser transferidas a través del tubo dentro de la vesícula para el culminar su desarrollo y expulsión (Pstridge, 2007).

Las zoosporas son dispersadas a través del agua y una vez en la solución del suelo son atraídos por los azúcares y aminoácidos que exudan las raíces de las plantas. Las zoosporas pueden dispersarse pasivamente en aguas corrientes y recorrer largas distancias, o bien pueden enquistar. El enquistamiento hace que la zoospora la cual no posee ninguna pared que la proteja de las inclemencias del

tiempo, sobreviva en condiciones adversas, para luego germinar produciendo un tubo germinativo (Pstridge, 2007).

#### **2.4.7. Reproducción sexual.**

Ocurre entre dos gametangios diferentes: el oogonio, que contiene en su interior varios huevos y el anteridio, que fertiliza el oogonio. Si el anteridio está localizado a un lado del oogonio el arreglo se denomina parágino. Si el anteridio se encuentra bajo el oogonio, simulando un collar, se dice que el arreglo es anfígeno (Heffer, 2002).

En las especies homotáticas la fertilización puede darse en una línea simple. En las especies heterotáticas son requeridas dos diferentes líneas de apareamiento (A1 y A2) para que la fertilización pueda llevarse a cabo. En especies tanto homotáticas como heterotáticas el resultado de dicha fertilización es un cigoto denominado oospora (Heffer, 2002).

Las oosporas son las estructuras principales de sobrevivencia en la mayoría de las especies de *Pythium*. Esporas sexuales resistentes a la deshidratación y pueden sobrevivir en el suelo durante largos periodos de tiempo en ausencia de un hospedante o un sustrato orgánico que soporte un crecimiento saprófito. Por ejemplo las oosporas de *P. ultimum* pueden sobrevivir en suelos secos hasta por 8 meses, las de *P. aphanidermatum* y *P. graminicola* se han recuperado del suelo hasta después de 11 meses. *P. aphanidermatum* sobrevive como oospora hasta 16 meses. Se han reportado recuperaciones de oosporas hasta 12 años después de estar en suelos áridos. Este fenómeno se debe a que las oosporas de *Pythium*



exhiben una dormancia o latencia que hace que estas no germinen aunque las condiciones sean favorables para su desarrollo. En algunas especies como en *P. ultimum*, la maduración es un proceso acompañado de la reducción de la reducción en el espesor de la pared de la oospora. Para otras especies como *P. aphanidermatum* la germinación no se acompaña de esta característica (Martín, 1999).

Los esporangios e hifas son las estructuras reproductivas asexuales que forma *Pythium*. Su morfología varía desde filiforme en algunas especies hasta esféricos en otras. Las estructuras esféricas sobreviven por periodos más largos, en contraste con los esporangios filamentosos o lobulados ya que se cree que estos últimos tienen un menor tiempo de vida en el suelo (Martín, 1999). Las oosporas y esporangios de *Pythium* se encuentran pasivas en el suelo y no germinan en ausencia de algunos estimulantes químicos. Un número de aminoácidos, carbohidratos y compuestos volátiles (tales como etanol o aldehídos) presentes en los exudados producidos por las raíces de las plantas, restos de cosecha, o materia orgánica estimulan la germinación de la oospora y la producción del tubo germinativo. Cuando el suministro de nutrientes concentrados son suficientes para estimular la germinación del propágulo, no obstante no tan prolongado como para que se pueda formar el tubo germinativo algunas especies son capaces de modificar su estructura mediante la formación de un esporangio secundario formado a partir de oosporas o de un esporangio primario perfectamente capaz de sobrevivir en el suelo (Martín, 1999).

Los esporangios y oosporas de todas las especies de *Pythium* germinan directamente produciendo un tubo germinativo, pero los esporangios de algunas especies también pueden producir zoosporas en presencia de ciertos nutrientes o de alta humedad. Los esporangios de estas especies son estimulados a producir zoosporas móviles que también germinan directamente. Una vez en la solución del suelo las zoosporas tienen un tiempo limitado para encontrar e infectar un hospedero susceptible. Si hay agua presente, estas son atraídas por las semillas germinada o raíces, en donde enquistan y penetran en el hospedero. Si las condiciones no son las adecuadas para la infección, las zoospora enquistan en el suelo hasta que la temperatura y humedad sean favorables. Una zoospora puede permanecer viable en el suelo hasta por 7 días (Martín, 1999).

#### **2.4.8. Características morfológicas para Identificación de *Pythium*.**

La taxonomía de las especies del género *Pythium* en general se basa en unas cuantas estructuras morfológicas distintivas, relacionadas con la formación de esporangio, oosporas y ocasionalmente conidios. La presencia o ausencia, tamaño, forma o número de estas estructuras depende grandemente del medio que se use, regímenes de temperatura, edad del cultivo y otras condiciones ambientales usadas para inducir su formación. Enseguida se definen y describen las estructuras en que se basa la identificación de este género (Gilchrist *et al.*, 2005).

**Esporangio.** Estructura en forma de saco cuyo contenido protoplásmico total se convierte en un número indefinido de esporas asexuales móviles

denominadas zoosporas. El tiempo requerido para la formación de esporangios en cultivo, así como la morfología y abundancia de éstos, varía ampliamente según la especie (Gilchrist *et al.*, 2005).

Hay básicamente tres tipos de esporangios producidos por *Pythium*: globosos, lobulados y filamentosos. Aquellas especies que generan esporangios filamentosos generalmente producen zoosporas solamente cuando se les sumerge en agua. Las zoosporas varían en tamaño, forma y la posición de los flagelos; sin embargo, debido a su tamaño tan pequeño, solamente la variación extrema de estas características se considera útil en la taxonomía (Gilchrist *et al.*, 2005)

**Conidios.** Estructuras desde esféricas o globosas hasta elipsoidales, y asemejan esporangios en la mayoría de los casos. La única diferencia es que los conidios no producen zoosporas (Gilchrist *et al.*, 2005).

**Oogonio.** Corresponde al gametangio femenino y contiene uno o más gametos. Los oogonios son esféricos, subesféricos o elipsoidales y pueden tener espinas u otras protuberancias. Pueden ser terminales o intercalares, y la gran mayoría de las especies producen ambos tipos. La temperatura, medio y tiempo que los aislamientos hayan permanecido en cultivo, son factores que afectan el tamaño y forma, así como el número de oogonios producidos (Gilchrist *et al.*, 2005)

**Anteridio.** Gametangio masculino. Los anteridios son probablemente el carácter taxonómico más difícil de observar. Su número puede variar desde uno

hasta más de 25 por oogonio. Según su posición, pueden ser hipóginos (abajo del oogonio) o paráginos (al lado del oogonio) y en origen pueden ser monoclinos (los anteridios brotan de cualquier hifa que no sea el tallo oogónico) (Gilchrist *et al.*, 2005)

**Oospora.** Espora sexual producida por la unión de dos gametangios morfológicamente diferentes (oogonio y anteridio). Bajo condiciones normales, las oosporas suelen presentarse en forma individual. La oospora puede llenar por completo la cavidad oogónica o la oosfera dentro de la cual se forma, en cuyo caso se dice que es plerótica. Si casi llena la cavidad o está libre dentro de la cavidad oogónica, se dice que es aplerótica. Desafortunadamente, existen pocas especies en las cuales se da uno de estos casos con exclusión del otro (Gichrist *et al.*, 2005)

## **2.5. Manejo de *Pythium*.**

### **2.5.1. Control biológico.**

#### ***Azospirillum sp.***

El efecto directo de la utilización del *Azospirillum* consiste en un aumento de la movilización de nutrimentos solubles, seguido por el mejoramiento de absorción de las plantas, producción de antibióticos para hongos, bacterias y virus y de fitohormonas (auxinas, giberelina, citoquininas y etileno) (Díaz *et al.*, 2003).

***Micorrizas.***

Las micorrizas arbusculares son asociaciones ecológicamente mutualistas entre hongos del filo Glomeromycota y la inmensa mayoría de las plantas, pudiendo ser una herramienta muy útil para una agricultura sustentable; entre sus efectos beneficiosos están: mayor absorción de elementos poco móviles como P, Ca y Zn; protección contra patógenos; mayor resistencia a la sequia y contribución a la formación de la estructura del suelo (Cuenca *et al.*, 2007).

***Trichoderma spp.***

Al entrar en contacto con el suelo, sus hifas empiezan a crecer y formar ramificaciones que se dirigen hasta el micelio del fitopatógeno, al entrar en contacto las hifas de los hongos, se entremezclan de una manera compatible, pasadas 72 horas del contacto inicial se aprecia esporulación abundante de *Trichoderma* y una inhibición del hongo patógeno, este efecto se le conoce como parasitismo (Anónimo, 2001).

**2.5.2. Control mediante prácticas de cultivo.**

Los tallos de las plantas no deben de taparse por arriba del cuello, aporcar o arrimar tierra en exceso, ya que esto, aunado con la humedad ocasiona un aumento en las probabilidades de que la enfermedad se presente (INIFAP, 2000).

Se debe hacer uso de suelo y sustratos bien drenados y evitar exceso de agua. Hacer drenes, regaderas y canales para el desagüe y drenaje en épocas de lluvias, así como levantar bordos desde el tercer mes del trasplante en campo e ir

arrimando tierra cada 2-3 meses hasta alcanzar una altura de 30-60 cm, según la cantidad de precipitación de cada zona (INIFAP, 2000).

El uso de la técnica del suelo libre del fitopatógeno ha dado buenos resultados. Esta técnica consiste en hacer cepas de diferentes tamaños, de preferencia que tengan un diámetro mayor de 20 cm y rellenarla con suelo donde nunca antes se ha sembrado papayo, para que en lo que se desarrollan y las raíces crecen hasta llegar a la etapa reproductiva, la planta pasa la etapa crítica que es del trasplante hasta los primeros 2-3 meses. De esta manera se tiene un gran porcentaje de plantas vivas después del trasplante y se disminuye la resiembra o replante, lo cual ocasiona muchas pérdidas e irregularidad en el tamaño de las plantas y por consecuencia cosecha muy irregular (INIFAP, 2000).

### **2.5.3. Control químico.**

Los fungicidas de las siguientes clases son eficaces para el control de oomicetos: hidrocarburos aromaticos, carbamatos, ditiocarbamatos, fenilamidas, fosfonatos, e invidores externos de la quinona. Se recomienda la instauración de un programa preventivo con fungicidas en las áreas que tienen una historia previa de *Pythium* (Allen, 2004).

En los viveros o las zonas de producción se puede desinfectar el sustrato y prevenir estas enfermedades con la aplicación de fungicidas como el Azoxistrobin, Metalaxil+Clorotalonil, Carbendazim, Propamocarb Clorhidrato y Benomilo. para el control de pudriciones del cuello y raíz provocadas por stramenopilo de los géneros *Phytophthora* y *Pythium*, utilizando una dosis de 100 g / 100 kg de

semilla, Para obtener un buen cubrimiento mezclar la dosis recomendada usando un revolovedor mecánico o tambor giratorio durante 5 minutos. Adicionar 0,5 a 1,0 l de agua cada 100 Kg de semilla para lograr buena adherencia (Allen, 2004).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Área de estudio.**

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), ubicado en el ejido de La Partida, y en el laboratorio del Departamento de Parasitología de la Universidad autónoma Agraria “Antonio Narro”-Unidad Laguna (UAAAN-UL), ambos sitios en el municipio de Torreón, Coah.

#### **3.2. Recolección de muestras.**

Las muestras de plántulas de lechuga enferma se tomaron en los invernaderos en un cultivo hidropónico de un proyecto de investigación del ITT el día 6 de mayo del 2013; se tomaron un total de 15 plántulas que se trasladaron al laboratorio de Parasitología de la UAAAN-UL para su análisis.

#### **3.3. Análisis de las muestras.**

El análisis en el laboratorio se realizó a simple vista y mediante el uso de un microscopio estereoscópico (marca Carl Zeiss; modelo 2004014662 y de un microscopio compuesto (marca Carl Zeiss; modelo 19035814).





Figura 2. Análisis de muestras  
(M. estereoscópico)



Figura 3. Análisis de muestras  
(M. compuesto)

Para la descripción de síntomas, las plántulas se observaron primero a simple vista y luego con el microscopio estereoscópico, para describir las posibles anomalías presentes. Tanto en la radícula como en el follaje, se buscó principalmente cambio de color, lesiones, manchas, así como la posible presencia de estructuras de Fitopatógenos (micelio, esporas, exudados, larvas de nematodos).

Cuando se encontraron estructuras de Fitopatógenos, se montaron en un portaobjetos con lactofenol y se cubrieron con un cubreobjetos para observarlas al microscopio compuesto.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Análisis de las muestras.

Todas las muestras analizadas presentaron el mismo problema, con los mismos síntomas en follaje y radícula.



Figura 4. Síntomas de las muestras A.

#### 4.1.1. Síntomas en el follaje.

Inicialmente, las hojas de las plantas afectadas presentaron una clorosis generalizada, luego una coloración café claro y finalmente marchitez total. Síntomas que concuerdan con los que se describen para la marchitez por falta de agua debido a problemas en la radícula y la enfermedad es el Complejo de Enfermedades de la Semilla y de la Plántula (CESP), en su fase postemergente (Agris, 2005; Romero, 1988).



Figura 5. Síntomas en el follaje B.



Figura 6. Síntoma en el follaje C.



Figura 7. Síntomas en el follaje D. Figura 8. Síntomas en el follaje E.

#### 4.1.2. Síntomas en la radícula.

En la radícula, el síntoma observado fue pudrición total, de color café, que causó la deshidratación y muerte de este órgano. Síntoma que coincide con el que se describe para la pudrición observada en el CESP tanto para la fase preemergente como para la postemergente (Agrios, 2005; Romero, 1988). La

muerte de la radícula impide la absorción de agua y consecuente falta del líquido en la parte superior de la planta, causando marchitez del follaje.



Figura 9. Síntoma en la radícula F.

Figura 10. Síntoma en la radícula G.



Figura 11. Síntomas en la radícula H.

Figura 12. Síntomas en la radícula I.

#### 4.1.3. Descripción del fitopatógeno.

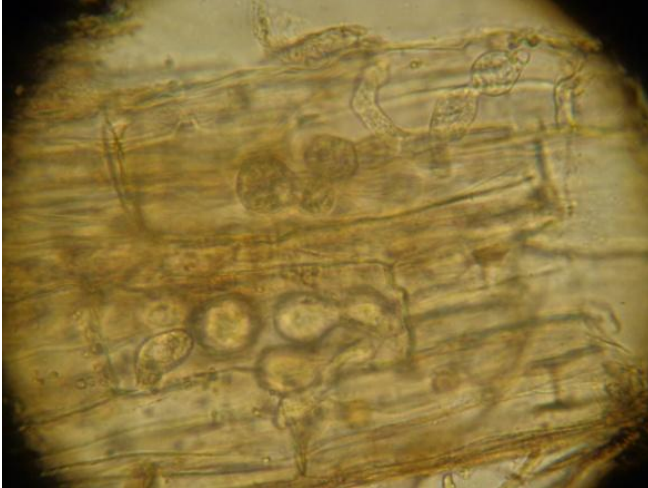


Figura 13. Micelios, oogonio, anteridio y oospora J.

En el follaje no se encontró la presencia de estructuras de fitopatógenos; en la radícula se observó la presencia de micelio cenocítico, delgado, muy ramificado y hialino, así como la presencia de esporangióforos simples, delgados, hialinos, y de esporangios esféricos, terminales, hialinos. También se observó la presencia de oogonios y anteridios (estructuras sexuales). Las características observadas concuerdan con la descripción que se conoce de la fase asexual de los estramenopilos del género *Pythium*, fitopatógenos mundialmente reconocidos como agentes causantes del CESP (Agrios, 2005; Romero, 1988).

La fuente de inóculo de *Pythium* posiblemente fue el agua utilizada en el sistema hidropónico, la cual además, proporciona las condiciones para la infección, establecimiento, desarrollo y disseminación de la enfermedad.

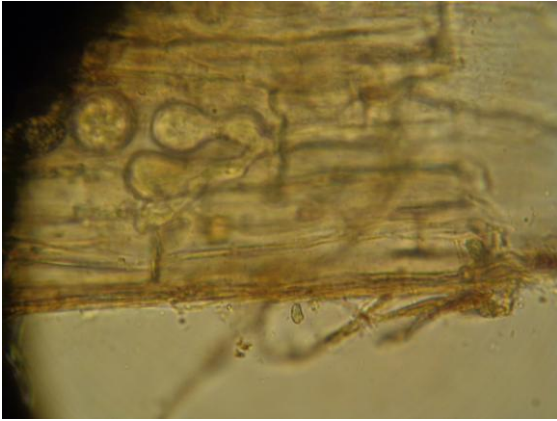


Figura 14. Cuerpos fructíferos K.

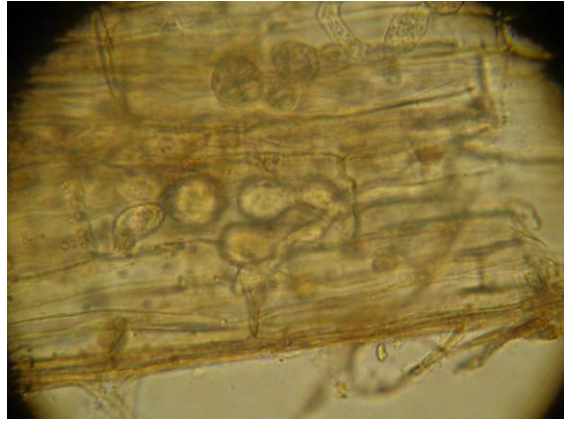


Figura 15. Cuerpos fructíferos L.

## V. CONCLUSIONES.

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el estudio y de acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que:

La enfermedad que afectó a la lechuga romana es el Complejo de Enfermedades de la Semilla y de la Plántula.

El agente causante de la enfermedad es *Pythium* sp.

## VI. BIBLIOGRAFÍA.

- Agrios, G. 2005. Plant pathology. US. Elsevier Academic Press. 922 p.
- Agrios, G. N. 1995. Fitopatología. Tratado por Manuel Guzmán Ortiz. México. Limusa. 754 pp.
- Allen, T. W., A. Martinez, and L.L. Burpee. 2004. The Plant Health Instructor. DOI:10.1094/PHI-2004-0929-01.
- Ángel, P. A. L., V. J. Natarén, M. L. Rebollero y M. A. Rebollero. 2012. Reporte Anual. Ciencia y Tecnología para el Campo Mexicano. Inifap. Texcoco, Edo. De México. 9: 278.
- Anónimo. 2001. Diccionario de especialidades Agroquímicas. Ed. PLM. México DF. 1575 p.
- Apablaza, G. 2000. Patología de cultivos. Epidemiología y control holístico. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 347 pp.
- Aubert, C. 1990. El huerto biológico. Integral Ediciones. Madrid, España. pp. 23-38.
- Bugbee, B. 1995. Nutrient Management in Hydroponic culture. Proceedings of the Hydroponics Society of America. US. El Cerrito, CA. P 15-30
- Ceja, T. L., A. G. Mora, D. Téliz, A. A. Mora, G.P. Sánchez, R.C. Muñoz, B. B. Tlapal y A. R. De La Torre. 2008. Fungi prevalence and etiology of strawberry dry wilt under different crop management systems. *Agrociencia* 42:451-461.
- Cauhtémoc, J. H., y J. L. Hernández M. 2005. Transferencia de Tecnología, Centro de Biotecnología Genómica del IPN. Valoración productiva de Lechuga hidropónica con la técnica de película de nutrientes (nft). Reynosa, Tamaulipas, México. *Naturaleza y Desarrollo*. 3: 11-16.
- Cuenca, G., A. Cacéres, G. Oirdobro, Z. Hasmy, y C. Urdaneta. 2007. Las Micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. Caracas, Venezuela. *Interciencia* 32: 23-29.
- Díaz, B. C., P.E. M. González, M. J. L. Álvarez, y S. M. Laurencio. 2003. Estudio preliminar de diferentes técnicas de aplicación de un biofertilizante a base de *Azospirillum* sp. en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). Centro Agrícola, año 30, numero 2. Facultad de agronomía, Universidad "Camilo Cienfuegos" de Matanzas. Cuba.



- Gilchrist, S. L., G. F. Davila, C. M. Cano, R. M. López, E. Duveiller, R. P. Singh, M. Henry y A. I. Garcia. 2005. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. Segunda edición. México, D.F. CIMMYT. 68 pp.
- Heffer, L. V., M. L. A. Powelson and K. B. Johnson. 2002. Oomycetes: laboratory exercises in Plant Pathology. Oregon, US, Oregon University. [En línea] [www.apsnet.org/education/Labexercises/Oomycetes/top.html](http://www.apsnet.org/education/Labexercises/Oomycetes/top.html). [Fecha de consulta: 3/marzo/2007]
- Hoagland, D. y D. Arnon. 1938. Composición de la solución de micronutrientes [En línea] <http://members.fortunecity.es/jalvarezg/colab/alberto/soluciones.htm>. [Fecha de consulta: 28/ agosto/ 2006].
- Infoagro. 2003. El cultivo de brócoli [En línea] <http://www.infoagro.com/hortalizas/brocoli.htm>. [Fecha de consulta: 01/Abril/2007].
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2000. Manual de Producción de Papaya en el Estado de Veracruz. Fundación Produce. Centro de Investigaciones Regionales Golfo Centro Campo Experimental Cotaxtla. Folleto Técnico No. 17.
- International Society for Horticultural Science (ISHS). 1995. Gnomonia radicola and Phytophthora species as a causal agents of root on roses in artificial substrates. [En línea] [http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=382\\_23](http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=382_23) . [Fecha de consulta: 05/Abril/2008].
- Jarvis, W. 2000. Pythium pathology. Avoidance rather than control. Practical hydroponics and greenhouse 55: 26-29.
- Landa, J. A. y Mundo, C. C. M. 2011. Evaluación de cinco sistemas hidropónicos para la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones de invernadero en la zona de Xalapa; Veracruz Tesis de licenciatura. Xalapa Universidad Veracruzana. 40 p.
- Latorre, B. 1995. Enfermedades de las plantas cultivadas. 2ª ed. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 628 p.
- Latorre, B.A. 1990. Plagas de las hortalizas, Manual de manejo integrado. FAO. Primera edición. Santiago de Chile. pp. 520

- Marins, R. y J. López G. 1998. La técnica de la Lámina de nutrientes en el sudeste español. Publicaciones del Comité Español de Plásticos en Acuicultura. [En línea] <http://www.ccpla.com/l.html>. [Fecha de consulta: 03/Marzo/2010].
- Maroto B. J. V. 2002. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-Prensa. España. pp. 240-263.
- Maroto, B. J. V. 1982. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. pp. 200-216.
- Maroto, B. J. V., Gómez A. M. y Baixuli S. C. 2000. La lechuga y la escarola. Ediciones Mundi-Prensa. España. pp. 229-242.
- Martín, NF. 1999. Soilborne plant diseases caused by *Pythium spp.*: ecology, epidemiology and prospects for biological control. US, American Phytopathological Society Press. 8 p.
- Molina M., J. C. y Córdova T.L. 2006. Recursos Filogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura: Informe Nacional 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Sociedad Mexicana de Filogenética, A.C. Chapingo, México. 172 p.
- Papadopoulos, A.P., Pararajasingham, S. and X. Hao. 1999. Fertilizer Substitutions in Hydroponically Grown Greenhouse Tomatoes. Hort Technology. US. 9:59-65.
- Paulus, A. O. y Correl J. C. 2001. Enfermedades causadas por *Pythium spp.* En: Plagas y enfermedades del tomate. The American Phytopathological Society. Mundi-Prensa. Madrid España.
- Pérez, M. L., O. L. Durán, M. R. Ramírez, P. J. Sánchez, y P. V. Olalde. 2007. Sensibilidad in vitro de aislados de hongo *Phytophthora capsici* a fungicidas [En línea] [http://www.worldpepper.org/2004/memorias2004/144\\_perez\\_moreno\\_wpc2004.pdf](http://www.worldpepper.org/2004/memorias2004/144_perez_moreno_wpc2004.pdf). [Fecha de consulta: 28/Marzo/2007].
- Propiedades medicinales de la lechuga. 2014. © PlantasParaCurar.com es un blog de Innatia, [En Línea] <http://www.plantasparacurar.com/propiedades-medicinales-de-la-lechuga/> [Fecha consulta: el 21 de enero de 2014].
- Pstridge, J. E. 2007. Characteristics of protest, protozoa and chromist. Universidad Nebraska-Lincoln. [En línea] <http://un distante.unl.edu/homer/class/9/index.html>. [Fecha de consulta: 03/Marzo/2007].

- Quiroga, M., Robredo, P., Saravia, L., Echazú, R. y Oliva, L. 1998. Huerta hidropónica experimental. "Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Argentina.2: 1-13.
- Ribeiro, O. 1996. Phytophthora diseases worldwide. US, American Phytopathological Society. 456 p.
- Rodríguez, G. M. P. 2001. Biodiversidad de los hongos fitopatógenos del suelo de México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie). Instituto de Ecología A.C. Número ES1. Xalapa, México.
- Romero, C. S. 1988. Hongos fitopatógenos. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección del Patronato Universitario, A. C. Chapingo, México. 347 pp.
- Rozano, L. G. V., Quiroz S.C., Acosta P.J.C., Pimentel A.L.A. y Quiñones R. E.I. 2004. Hortalizas las llaves de la energía, Revista Digital Universitaria. México, D.F. 1: 30.
- Sherf, A.F. and A. A. MacNab. 1986. Vegetable diseases and their control. 2nd.Ed. John Wiley and sons, New York, USA. 728 pp.
- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. Información de la Lechuga. [En línea]. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx). [Fecha de consulta: 27/Febrero 2011].
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM), Secretaría de Economía (SE). 2005. [En línea] <http://www.se-cofi-sniim.gob.mx/nuevo/in-dex.html>. [Fecha de consulta: 21 de Enero de 2014].
- Tapia, G. J. 2003. Identificación de hongos micorrizas arbusculares aislados de suelos salinos y su eficiencia en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). para obtener el grado de doctor en ciencias. Área biotecnología. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima. 119 pp.
- XAXENI. Soluciones Hidropónicas Cosechando Natural del Huerto a la sopa. 2014. Catalogo de productos. [En línea] [http://www.cosechandonatural.com.mx/solucion\\_hidroponica\\_ensalada\\_ctpr47\\_4.html](http://www.cosechandonatural.com.mx/solucion_hidroponica_ensalada_ctpr47_4.html). [Fecha de consulta: 21 de Enero de 2014].

