



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

ETIOLOGÍA Y MANEJO DE LA PUDRICIÓN CORCHOSA
DE LA RAÍZ DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)
EN PEDRO ESCOBEDO, QUERÉTARO.



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EMERGENCIAS PROFESIONALES

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
PROTECCIÓN VEGETAL



PRESENTA:

PEDRO MATA ZAYAS

Bib 90929

CHAPINGO, MÉXICO. AGOSTO DE 1999.

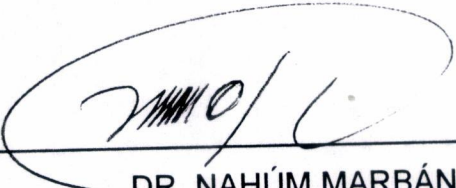


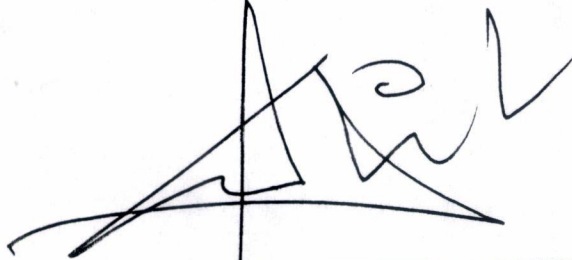
**ETIOLOGÍA Y MANEJO DE LA PUDRICIÓN CORCHOSA DE LA RAÍZ DE
LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN PEDRO ESCOBEDO, QUERÉTARO.**

Tesis realizada por Pedro Mata Zayas bajo la dirección del comité asesor
indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener
el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR: 
M.C. MARÍA DE LOURDES RODRÍGUEZ MEJÍA

ASESOR: 
DR. NAHÚM MARBÁN MENDOZA

ASESOR: 
M.C. VÍCTOR MANUEL PINTO

34422

**ETIOLOGÍA Y MANEJO DE LA PUDRICIÓN CORCHOSA DE LA RAÍZ DE
LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN PEDRO ESCOBEDO, QUERÉTARO.**

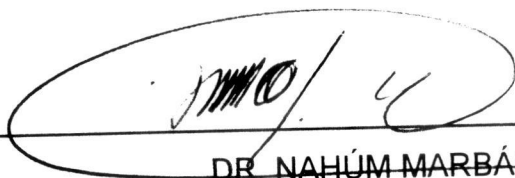
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Pedro Mata Zayas autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal, estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



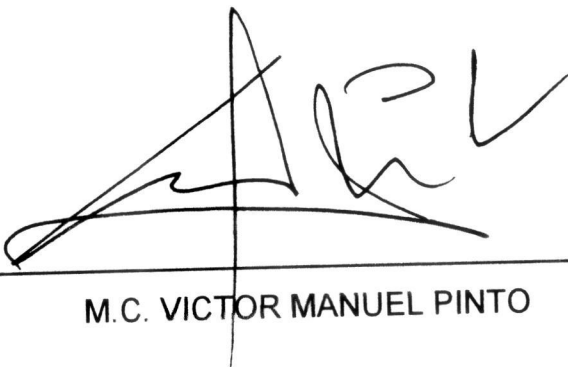
M.C. MARÍA DE LOURDES RODRÍGUEZ MEJÍA

ASESOR:



DR. NAHÚM MARBÁN MENDOZA

ASESOR:



M.C. VÍCTOR MANUEL PINTO

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento brindado en la realización de mis estudios de Postgrado.

Al Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad de realizar una Maestría en Ciencias en Protección Vegetal.

Agradezco sinceramente a la M.C. Ma. de Lourdes Rodríguez Mejía por el apoyo y dedicación brindada en todo momento en la dirección y asesoramiento de la presente investigación.

Al Dr. Manuel Rosas Romero por su confianza y apoyo en gran parte de mi vida profesional.

Al M.C. Victor Manuel Pinto por su respaldo y colaboración desinteresada.

Al Dr. Nahúm Marbán Mendoza por su orientación durante mi paso por la Maestría en Protección Vegetal.

Al Sr. Humberto Urquiza por permitirme realizar una parte importante de la investigación en sus parcelas comerciales.

Finalmente a la Universidad Autónoma Chapingo y su gente por que siempre me han recibido con los brazos abiertos.

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. El cultivo.....	3
3.1.1. Origen e Historia.....	3
3.1.2. Descripción taxonómica.....	3
3.1.3. Descripción botánica.....	4
Raíz.....	4
Tallo.....	5
Hojas.....	5
Flores y frutos.....	6
Semillas.....	7
3.1.4. Fenología.....	7
3.1.5. Reproducción.....	8
3.1.6. Influencia de los factores ambientales.....	8
3.1.6.1. Temperatura.....	8
3.1.6.2. Luz.....	9
3.1.6.3. Humedad.....	10
3.1.6.4. Suelo.....	11
3.1.6.5. pH.....	11
3.1.7. Factores tecnológicos.....	12
3.1.7.1. Preparación del terreno.....	12
3.1.7.2. Siembra.....	12
3.1.7.3. Fertilización.....	13

3.1.7.4. Escardas.....	15
3.1.7.5. Riegos.....	15
3.1.7.6. Cosecha.....	16
3.2. Plagas y enfermedades.....	17
3.2.1. Plagas insectiles.....	17
3.2.2. Enfermedades.....	17
3.2.3. El agente causal de la enfermedad Pudrición Corchosa de la raíz de la lechuga "Corky Root" (CR).....	22
3.2.3.1. Origen y Etiología.....	22
3.2.3.2. Importancia Económica.....	23
3.2.3.3. Taxonomía y Características.....	24
3.2.3.4. Hospedantes.....	24
3.2.3.5. Sintomatología.....	25
3.2.3.6. Epidemiología.....	26
3.2.4. Control.....	27
3.2.4.1. Prácticas culturales.....	27
3.2.4.2. Control químico.....	29
3.2.4.3. Control genético.....	30
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
4.1. Fase de Laboratorio.....	31
4.1.1. Colecta de material vegetal enfermo.....	31
4.1.2. Aislamiento del patógeno.....	31
4.1.3. Pruebas de patogenicidad.....	32
4.1.4. Identificación del patógeno.....	33
4.2. Fase de Campo.....	34
4.2.1. Ubicación y características agroclimáticas del sitio experimental.....	34
4.2.2. Material vegetal utilizado.....	34
4.2.3. Manejo del cultivo en el experimento.....	35

4.2.4. Diseño Experimental.....	36
4.2.5. Tratamientos.....	36
4.2.6. Aplicación de los tratamientos.....	37
4.2.7. Método de muestreo y tamaño de muestra.....	39
4.2.8. Parámetros de evaluación.....	39
Severidad de daño a la raíz.....	39
Peso fresco, peso seco y estimación de rendimiento.....	40
4.2.9. Análisis Estadístico.....	40
V. RESULTADOS.....	41
5.1. Fase de laboratorio.....	41
5.1.2. Aislamiento del patógeno.....	42
5.1.3. Pruebas de patogenicidad.....	43
5.1.4. Identificación y Caracterización del patógeno.....	45
5.2. Fase de campo.....	46
Primera evaluación.....	46
Segunda evaluación.....	48
Tercera evaluación.....	50
Cuarta evaluación.....	53
Peso fresco, peso seco y estimación del rendimiento.....	55
VI. DISCUSIÓN.....	61
VII. CONCLUSIONES.....	69
VIII. LITERATURA CITADA.....	70
IX. APENDICE.....	80

ÍNDICE DE CUADROS.

	Pag.
Cuadro 1. Tratamientos evaluados en las variedades "Sharp shooter" y "Salinas" para el control de la pudrición corchosa de la raíz del cultivo de lechuga, en el Rancho la Alameda, Mpio. de Pedro Escobedo, Qro., 1998.	37
Cuadro 2. Escala visual para medir la severidad del daño a la raíz por pudrición corchosa en el cultivo de lechuga, Municipio de Pedro Escobedo, Qro, 1998.	39
Cuadro 3. Características morfológicas y fisiológicas de las bacterias aisladas de lechuga con síntomas de amarillamiento del follaje y pudrición corchosa en la raíz, en comparación con <i>Rhizomonas suberifaciens</i> .	45
Cuadro 4. Comparación de medias de los porcentajes de infección de las interacciones Variedad por Tratamiento en el cultivo de Lechuga para la primera evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	47
Cuadro 5. Comparación de medias de los porcentajes de infección y eficacia de los tratamientos en el cultivo de Lechuga para la primera evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	48
Cuadro 6. Comparación de medias de los porcentajes de infección de las interacciones Variedad por Tratamiento en el cultivo de Lechuga para la segunda evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	49
Cuadro 7. Comparación de medias de los porcentajes de infección y eficacia de los tratamientos en el cultivo de Lechuga para la segunda evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	50
Cuadro 8. Comparación de medias de los porcentajes de infección de las interacciones Variedad por Tratamiento en el cultivo de Lechuga para la tercera evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	51

	Pag.
Cuadro 9. Comparación de medias de los porcentajes de infección y eficacia de los tratamientos en el cultivo de Lechuga para la tercera evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	52
Cuadro 10. Comparación de medias de los porcentajes de infección de las interacciones Variedad por Tratamiento en el cultivo de Lechuga para la cuarta evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	54
Cuadro 11. Comparación de medias de los porcentajes de infección y eficacia de los tratamientos en el cultivo de Lechuga para la cuarta evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	55
Cuadro 12. Comparación de medias de las variables peso fresco y seco de las interacciones Variedad por Tratamiento en el cultivo de lechuga, mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	56
Cuadro 13. Valores de los porcentajes de severidad de daño y eficacia para la primera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	80
Cuadro 14. Valores de los porcentajes de severidad de daño y eficacia para la segunda fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	81
Cuadro 15. Valores de los porcentajes de severidad de daño y eficacia para la tercera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	82
Cuadro 16. Valores de los porcentajes de severidad de daño y eficacia para la cuarta fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	83
Cuadro 17. Análisis de varianza de los porcentajes de severidad de daño en el cultivo de lechuga para la primera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	84
Cuadro 18. Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos en el cultivo de lechuga para la primera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	84

	Pag.
Cuadro 19. Análisis de varianza de los porcentajes de severidad de daño en el cultivo de lechuga para la segunda fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	85
Cuadro 20. Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos en el cultivo de lechuga para la segunda fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	85
Cuadro 21. Análisis de varianza de los porcentajes de severidad de daño en el cultivo de lechuga para la tercera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	86
Cuadro 22. Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos en el cultivo de lechuga para la tercera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	86
Cuadro 23. Análisis de varianza de los porcentajes de severidad de daño en el cultivo de lechuga para la cuarta fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	87
Cuadro 24. Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos en el cultivo de lechuga para la cuarta fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	87
Cuadro 25. Análisis de varianza de la variable respuesta peso seco en el cultivo de lechuga, Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	88
Cuadro 26. Análisis de varianza de la variable respuesta peso fresco en el cultivo de lechuga, Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	88

ÍNDICE DE FIGURAS.

	Pag.
Figura 1. Distribución de los tratamientos en el diseño de Parcelas Divididas para evaluar el control de la pudrición corchosa de la raíz en el cultivo de lechuga, en el Municipio de Pedro Escobedo, Querétaro, 1998.	36
Figura 2. Planta de lechuga colectada en el "Rancho La Alameda" Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998, a) Síntomas externos y b) Corte transversal a nivel del cuello que muestra la pudrición corchosa del tejido parenquimatoso.	41
Figura 3. Bacterias aisladas de plantas de lechuga con raíz corchosa, a) Crecimiento en medio de cultivo "S", b) Células bacilares y c) Bacteria con flagelo polar, detalle microscopio compuesto (100x).	42
Figura 4. Inoculación de plantas de lechuga con la cepa C-2, a) Inoculación al suelo, b) Inyección a la raíz y c) Sección longitudinal del cuello mostrando pudrición corchosa.	44
Figura 5. Comportamiento de los porcentajes de infección por efecto de las interacciones variedad por tratamiento en las cuatro fechas de evaluación en el cultivo de Lechuga, en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	58
Figura 6. Comportamiento de los porcentajes de control (eficacia) de las interacciones variedad por tratamiento en las cuatro fechas de evaluación en el cultivo de Lechuga, en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	58
Figura 7. Porcentajes de infección por efecto de los tratamientos durante las cuatro fechas de evaluación en el cultivo de Lechuga, en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	59
Figura 8. Porcentajes de control (eficacia) por efecto de los tratamientos durante las cuatro fechas de evaluación en el cultivo de Lechuga en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.	60

RESUMEN

Derivado de la detección de síntomas de pudrición corchosa en las raíces de las plantas de lechuga en predios del Rancho La Alameda, Mpio. de Pedro Escobedo, Qro., se colectaron muestras para su procesamiento, con el fin de conocer el agente causal de la enfermedad, se aisló constantemente una colonia bacteriana y por medio de pruebas de patogenicidad se logro desarrollar en invernadero síntomas similares a los observados en campo y por caracterización morfológica y pruebas bioquímicas se identificó la bacteria como *Rhizomonas suberifaciens*, la cual ya ha sido reportada en E.U.A. en 1990. En la segunda parte del experimento, se evaluaron sobre las variedades Sharp shooter y Salinas 128, tolerante y susceptible a la pudrición corchosa, respectivamente, seis tratamientos: dos fumigantes (Lucafum y Basamid G), dos antibióticos (Bactrol e Intermycin 100), incorporación de paja de cebada al suelo y el testigo absoluto. Al comparar en los testigos los valores promedio de severidad de daño en las cuatro fechas de evaluación, observamos que la variedad Sharp shooter presentó 23.61% mientras que en la variedad Salinas fue de 73.54%, lo cual representa una perdida en la cosecha de alrededor del 62.1%. Respecto al efecto de los tratamientos el más efectivo fue el Lucafum (500 lt/ha), que al momento de la cosecha presentó un nivel de daño 55.4% menor al testigo y su valor promedio de la parte comercial de la lechuga fue 2.2 veces mayor.

Palabras Clave: *Rhizomonas suberifaciens*, pudrición corchosa, pruebas de patogenicidad, pruebas bioquímicas.

SUMMARY

At Rancho La Alameda, district of Pedro Escobedo, Qro., corky root (CR) symptoms on lettuce plants were detected and samples to investigate the causal agent of the disease were collected and processed. We constantly isolated a bacterium colony and carrying out pathogenicity tests in the greenhouse developed symptoms similar to those in the field. Through, morphological characterization and biochemical tests, the bacterium was identified as *Rhizomonas suberifaciens* reported in U.S.A. in 1990. In the second phase of the experiment in two lettuce varieties: Sharp shooter and Salinas 128, tolerate and susceptible to CR, respectively, 6 treatments were evaluated: two fumigants (Lucafum and Basamid G), two antibiotics (Bactrol and Intermycin 100), barley straw incorporated to the soil and the control. Comparing the average damage severity in the control plots on four dates of evaluation, we observed that the Sharp shooter variety presented 23.61%, whereas Salinas 128 showed 73.54% which corresponds to a marketable yield loss of about 62.1%. With respect to the results of the treatments, Lucafum (500lt/ha) was the most efficient. At harvesting, the damage level of the plant was 55.8% lower, and the marketable part of the lettuce head was 2.2 times larger than that of the control plants.

Key words: *Rhizomonas suberifaciens*, Corky Root, pathogenicity test, biochemical test.

I. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa*, L.) es una planta herbácea, anual de la familia Asteraceae, originaria del sur de Europa y oeste de Asia, actualmente se cultiva prácticamente en todo el mundo, principalmente por sus hojas, parte comestible de la planta. Existiendo diversidad de variedades tales como: Mantequilla, Romana, Arrepollada, Encarnada y Rizada entre otras. Todas las variedades tienen propiedades sedativas y narcóticas, debido a la presencia de la sustancia denominada lactucario.

En México, la lechuga se cultiva tanto en el ciclo de primavera-verano como en el de otoño-invierno; sin embargo, es en este último en el que se alcanza la mayor producción a nivel nacional (60 %) de la producción total nacional y el resto en el de primavera-verano (SARH, 1993).

Destacan como los principales estados productores: Puebla, Guanajuato, Baja California, San Luis Potosí, Zacatecas y Tlaxcala, los cuales durante los ciclos de 1997, aportaron aproximadamente el 75% de la producción nacional (SAGAR, 1998).

Tanto la superficie sembrada como la cosechada de esta hortaliza en el país ha variado a través de los años, observándose fluctuaciones en la producción nacional. Así se tiene, que durante 1989 se sembraron 7,267 ha y se cosecharon 7,130 ha; disminuyendo para 1990 al sembrarse 6,600 ha y cosecharse 5,917; en 1991 se cultivaron 7,744 ha, cosechándose 7,620 ha; sin embargo, para 1997 se reporta un considerable incremento tanto en la superficie sembrada, como en la cosechada contabilizándose 9,379 ha y 8,956 ha, respectivamente. La producción obtenida ha variado más debido a las

modificaciones en la superficie cosechada, que al incremento en los rendimientos. Así para 1989 la producción obtenida fue de 144,545 Ton, disminuyendo a 118,190 Ton en 1990, y para 1991 se elevó a 163,000 Ton cosechadas, en 1997, se reportaron 178,818 Ton. Los rendimientos obtenidos se han mantenido prácticamente constantes, alrededor de las 20 Ton/ha (SARH, 1993; SAGAR, 1998).

Ante la recientemente detección de la pudrición de las raíces de las plantas de lechuga en la región del Bajío, se ha supuesto que el agente causal es un hongo o complejo de estos o alguna bacteria de los géneros comúnmente conocidos por causar pudriciones como lo son *Erwinia* spp., *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp, entre otras. Sin embargo, la similitud de los síntomas y la especificidad en el hospedante, hace pensar que se trata de una bacteria llamada *Rhizomonas suberifaciens*, la cual se ha identificado como el agente causal de la enfermedad de la pudrición corchosa, denominada **Corky Root** (van Bruggen *et al.*, 1990a). En Estados Unidos de Norte América, principalmente en los estados de California y Florida se ha estimado que esta enfermedad causa perdidas del cultivo de un 35 a 100%.

II. OBJETIVOS

En razón de lo anterior, se han planteado los siguientes objetivos:

- Identificar el agente causal de la pudrición corchosa de la raíz de la lechuga en predios de Querétaro.
- Proponer alternativas del manejo de la enfermedad.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. El cultivo

3.1.1. Origen e Historia

La lechuga procede de la especie silvestre *Lactuca scariola* L. que está difundida ampliamente en el Centro y Sur de Europa (Guenkov, 1974). Según Vavilov (1951), el centro de origen de la lechuga es el Mediterráneo. Esta planta había sido conocida y apreciada como hortaliza por pueblos antiguos como: los egipcios, romanos, griegos y otros (Guenkov, 1974).

Pinturas en cuevas del sur de Europa que se remontan a 4,500 años antes de Cristo destacan el cultivo de la lechuga, se sabe que ha sido consumida desde hace 2,000 años y era cultivada por los Persas en el siglo VI a.C. y fue introducida a China 900 años d.C., los griegos y romanos produjeron la lechuga y Teofastro menciona tres variedades de ésta. La lechuga Cos se creó que fue introducida de Grecia ya que su nombre es derivado de la isla de Cos en el archipiélago griego. En Inglaterra el primer reporte de lechuga fue en 1543 (Anónimo, 1981). La lechuga llegó a América en 1494, sólo dos años después del primer viaje de Colón (Mallar, 1978).

3.1.2. Descripción taxonómica

La lechuga pertenece a la extensa familia de las Asteraceae, anteriormente Compositae, la cual posee sólo unos pocos representantes utilizados como hortalizas. La lechuga es, quizá una de las más importantes de ésta familia

tanto para el mercado como para la producción de semilla ((Whitaker *et al.*, 1965).

Según Cásseres (1971), la lechuga se clasifica de la siguiente manera:

Reino.....Vegetal
División.....Antophyta
Clase.....Angiospermae
Subclase.....Dicotiledonea
Orden.....Synandrae
Familia.....Asteraceae (Compositae)
Tribu.....Chichoreae
Género.....*Lactuca*
Especie.....*sativa*
Variedad.....Capitata

3.1.3. Descripción botánica

La lechuga es una planta bianual, la primera etapa es la vegetativa, que corresponde a la producción y acumulación de sustancias nutritivas de reserva favoreciendo la formación de la “cabeza” o “repollo”, esta etapa es la que más interesa para el consumo. La segunda etapa es la reproductiva en la cual, los nutrimentos elaborados y acumulados por la planta son utilizados en la floración y fructificación (Edmond y Andrews, 1985).

Raíz:

Como todas las dicotiledoneas, la lechuga posee un sistema radical tipo pivotante, la que se ramifica en numerosas raíces laterales, las cuales se localizan en su mayor parte, en los primeros 15 - 20 cm de profundidad de la superficie del suelo. La raíz principal crece con rapidez en sentido longitudinal

(2.5 cm aproximados diariamente) y en condiciones favorables de suelo puede alcanzar hasta 180 cm (Guenkov, 1974; Fersini, 1978). Sin embargo, en la práctica y por efecto del trasplante, la raíz no sobrepasa los 25 cm de profundidad (García, 1967). Esto es importante, ya que las escardas y aporques que se realizan al cultivo deben ser muy superficiales para no dañar al sistema radical (Edmond y Andrews, 1985).

Tallo:

Durante la etapa vegetativa, el tallo es corto, alcanzando de 10 - 15 cm de longitud con entrenudos cortos, en ocasiones estos se alargan principalmente debido a una iluminación deficiente, produciendo “cogollos” poco compactos y en ocasiones sin llegar a formarlos. En esta etapa reproductiva se desarrolla un tallo largo que es el vástago floral, el cual alcanza una altura de 60 a 120 cm y se ramifica terminando en una inflorescencia (Guenkov, 1974).

Hojas:

Son rosetófilas, alternas, varían en tamaño, forma, color y grado de ondulación, constituyen la parte comestible de la planta, siendo una fuente de Calcio, Hierro y vitaminas A y C (Hernández y Burges, 1983). Las hojas son de consistencia blanda, lisas o hasta totalmente onduladas o rizadas, limbo de color con tonalidad verde amarillento hasta el morado claro; presentan un limbo entero y dentado en distinto grado (García, 1967).

La variedad “capitata” o de “cabeza” presenta hojas basales anchas, enteras o algo lobuladas, redondeadas, poco erguidas y formando una cabeza esférica o achatada. En la etapa reproductiva, las hojas que surgen presentan limbos sagitados o auriculados siendo de tamaño más pequeño aquellas localizadas hacia arriba (Whitaker *et al.*, 1965; Cásseres, 1971; Mallar, 1978).

Las hojas están constituidas por:

Agua.....	94.3%
Proteínas.....	1.2%
Grasas.....	0.2%
Carbohidratos.....	2.9%
Fibra.....	0.7%
Cenizas.....	0.7%

Fuente: INIA, 1982

Flores y frutos:

La inflorescencia contiene flores perfectas de color blanco o amarillas agrupadas en capítulos formando panojas o corimbos con un número de 15 a 30 flores. Una sola flor es terminal, el resto son axilares constituidas por: cáliz gamosépalo, corola gamopétala en forma de aro con 3-5 pétalos o dientes en forma alargada. Androceo con 4-5 estambres unidos en la base de la corola, formando un tubo. El ovario es unicarpelar, ínfero, el estilo se encuentra insertado en el tubo que forman las anteras, el cual se bifurca en dos ramas cúspides (Edmond y Andrews, 1985).

La polinización, se realiza en un breve lapso de tiempo en la cual la flor se encuentra abierta, ya que se abre rutinariamente por la mañana permaneciendo así por corto tiempo, luego se marchita. Las anteras maduran a medida que el estilo se desarrolla; los estigmas emergen del "tubito" formado por los estambres ya cubiertos por los granos de polen. No obstante, se ha visto que entre plantas adyacentes puede haber cruzamientos hasta en un 17%, aunque por lo regular, el promedio de polinización cruzada es de alrededor del 3% (Whitaker *et al.*, 1965).

El fruto es un aquenio comprimido terminado en punta estrecha con vilano de dos hileras iguales de vellos simples y blancos (Fersini, 1978).

Semillas:

Son deprimidas, alargadas, más notablemente aguzadas del lado del hilio que del lado del ápice. Las semillas maduran comunmente a los doce días después de la floración dependiendo de la temperatura y otros factores (Guenkov, 1974).

En algunos cultivares las semillas son de color blanco plateado y en otras desde pardo hasta castaño-oscuro, con finas aristas a lo largo de las semillas maduras (Cásseres, 1971; Mallar, 1978). Un gramo de semilla contiene aproximadamente de 800 a 1,000 semillas (Messiaen y Lafon, 1979).

Generalmente son indehiscentes, además son impermeables por lo que requiere de un tratamiento a base de agua, luz, temperatura, para aumentar su poder germinativo; pero ya que pasa el tiempo, esta pierde su permeabilidad (Edmond y Andrews, 1985). La semilla tiene una duración germinativa media de 5 años y una extrema de 9 años (Tiscornia, 1975).

3.1.4. Fenología

Las hojas comienzan a aparecer un día después de la emergencia; esto es, cuatro días después de que la semilla se sembró a 20°C. Ambos cotiledones entonces se sueltan de la envoltura de la semilla y comienzan a expandirse alcanzando su tamaño total en los dos días subsecuentes. A los ocho días se presentan cinco hojas, permaneciendo constantes por un par de días debido a que son producidas a expensas de la reserva de la semilla, dándose una detención del crecimiento por el cambio de suplemento de energía de las reservas a la producción de fotosintátos en la planta joven, a los 19 días se tienen 18 hojas (Bensink, 1971).

3.1.5. Reproducción

La lechuga se reproduce por semilla obtenida de flores completas con polinización autógena, pero es posible la polinización cruzada. El número cromosómico de esta especie es $2n=18$, $X=9$ (Allard, 1970).

De todas las especies de lechuga, sólo existen cuatro útiles para cruzamientos: *L. sativa*, *L. serriola*, *L. saligna* y *L. virosa*. Las primeras especies se cruzan libremente y se pueden clasificar como subsecciones de la misma especie. Las especies *L. saligna* y *L. virosa* son significativamente diferentes. Las cuatro son especies de autopolinización obligada (Ryder, 1986).

3.1.6. Influencia de los factores ambientales

3.1.6.1. Temperatura

Es el principal factor que afecta la producción de la lechuga la cual desarrolla mejor en un clima templado fresco ya que su calidad y rendimiento, disminuyen con el calor debido a la acumulación de látex amargo en las venas y una mala formación de "cogollos". Cuando éstas temperaturas sobrepasan los 26°C por varios días, se acelera el desarrollo del vástago floral, perdiendo la lechuga su valor comercial (Whitaker *et al.*, 1965).

La temperatura mínima para la germinación de la semilla es de 2 - 3°C, la óptima de 20 - 24°C, y la máxima de 25°C (Guenkov, 1974).

La germinación de los cultivares de lechuga "Great Lakes 360", "Olympia" y "Pennlake" fue más rápida a 25°C, mientras que a 15° o 20°C toman un día más para germinar (Noguchi *et al.*, 1981).

Para el crecimiento de la parte aérea de la planta la temperatura media óptima es de 15 - 18°C, con máximas de 21 - 24°C y mínimas de 7°C (Whitaker *et al.*, 1965; Cásseres, 1971).

Al respecto se tiene que plantas de lechuga cvs. "Grat Lakes 366", "Olimpia" y "Penlake", cultivadas a los 10°C, 15°C y 20°C fueron todas cosechables, teniendo la mayor área foliar en el estado de 30 hojas; las que crecieron a los 15°C fueron las más grandes seguidas por las de 20°C (Noguchi *et al.*, 1981).

En el cultivar "Grandes Lagos", la temperatura óptima de crecimiento vegetativo es de 17 - 18°C puesto que a temperaturas cercanas a los 20°C las plantas rápidamente florecen. Al incrementar la temperatura de 10 - 30°C de 5 en 5° se observa un incremento en el número de hojas a través del tiempo (Bensink, 1971).

Según Garza (1981), la lechuga responde a un termoperiodo diario; una condición óptima para la fase de crecimiento rápido es de 14 - 18°C y 5 - 8°C durante el día y la noche respectivamente, y para la formación del "repollo" de 10 - 12°C durante el día y 3 - 5°C durante la noche, y que la temperatura del suelo no sea inferior a 8°C.

Cristiansen y Lewis (1987), señalan que la mayoría de las variedades de lechuga tienen una alta tolerancia a heladas. Por otro lado, manifiestan que el cultivar "Great Lakes 659" ha sido desarrollado para tolerar calor bajo condiciones de fotoperiodo corto.

3.1.6.2. Luz

La lechuga es clasificada como una planta de día largo y noche corta, la semilla se considera fotosensible y solo germina si es sembrada en forma superficial o

bien durante el proceso de beneficio recibe el estímulo luminoso el cual puede mantener hasta el momento de la siembra (Edmond y Andrews, 1985).

Es una planta exigente en relación con la intensidad de luz. En caso de escasez, las hojas adelgazan y la roseta de hojas y el repollo son muy laxos. Las plantas no alcanzan su peso característico, por lo que, no desarrolla bien cuando se cultiva junto con otras plantas que le hacen sombra (Guenkov, 1974).

Cuando existe un exceso de luz, se reduce el contenido de clorofila de las hojas volviéndose amarillentas con lo cual se afecta la calidad nutricional, en la formación del pigmento llamado caroteno (pro-vitamina A) ya que el mismo se encuentra relacionado con la intensidad del color verde de la lechuga (Hall *et al.*, 1975).

3.1.6.3. Humedad

Durante las fases tempranas de su crecimiento a causa del sistema de raíces poco desarrollado, superficialmente situado y de poca capacidad de absorción, la lechuga es muy exigente con respecto a la humedad del suelo. Durante el periodo en que crece la roseta de las hojas, los riegos han de realizarse con más frecuencia, ya sea por gravedad o por aspersión. Después de formadas las rosetas e iniciada la formación de los repollos, el riego por aspersión puede ser dañino, por que las hojas que están bajo la roseta fácilmente se pudren. La necesidad de agua en este periodo, por lo general es menor. Una humedad excesiva puede ser la causa de la formación de repollos relativamente más sueltos (Guenkov, 1974).

Cuando la lechuga se establece por trasplante, la humedad disponible en el terreno debe ser constante desde el momento de colocar la planta hasta el

enraizamiento (5-10 días) para favorecer el restablecimiento radical y el equilibrio entre la absorción y la transpiración (Garza, 1981).

El riego excesivo incrementa el crecimiento de maleza, propiciando competencia por nutrientes, agua y luz con su consecuente reducción del rendimiento (FAO, 1981).

3.1.6.4. Suelo

La lechuga es muy exigente en cuanto al balance nutricional y los nutrientes presentes en el suelo. Esto se debe a la gran precocidad y a su ritmo acelerado de crecimiento en relación con otras especies. Se desarrolla bien en distintos suelos, máxime si estos son ricos en materia orgánica, de buena estructura, con retención de humedad, buen drenaje y bien labrados. En suelos calizos las plantas sufren clorosis (Guenkov, 1974).

3.1.6.5. pH

Según las investigaciones de Hester, Parker y Zimmerleyt, las plantas de lechuga se desarrollan mejor y su rendimiento es mayor en caso de una reacción del suelo ligeramente ácida (pH 5.8 - 6.5) (Thomson, 1939, citado por Guenkov, 1974). Sin embargo, García (1967), menciona que es un cultivo muy sensible a la acidez del suelo, con pH= 5.0 el rendimiento sólo alcanza el 36% del correspondiente al pH= 7.0 y que los valores entre 6.8 y 7.4 son el pH óptimo, por lo que recomienda analizar periódicamente el pH del suelo para predecir con fundamento sobre la conveniencia de realizar un encalado o empleo de abonos fisiológicamente ácidos o básicos

3.1.7. Factores tecnológicos

3.1.7.1. Preparación del terreno

Al igual que muchas hortalizas y otros cultivos bajo riego, la lechuga requiere que el suelo esté en las mejores condiciones posibles, esto se logra barbechando a una profundidad no menor de 25 cm, seguido de uno a dos pasos de rastra, de manera que el terreno quede lo más mullido posible, posteriormente nivelarlo para evitar problemas de encharcamiento y por último el trazo de surcos o camas para controlar mejor el riesgo (Díaz, 1977).

3.1.7.2. Siembra

Puede realizarse en forma directa (al terreno) o indirecta (en almácigo).

Las siembras directas implican una mayor cantidad de semilla por unidad de superficie, dependiendo de su porcentaje de germinación, viabilidad, etc., utilizando aproximadamente de 1.5 a 2.0 kg de semilla por hectárea; esto reduce de 10 a 15 días el periodo de cosecha. Con éste método se hace necesario un aclareo de plántula (Díaz, 1977).

Algunos agricultores están utilizando actualmente la sembradora de precisión, lo cual permite un mejor espaciamiento de las plantas, reduciendo así, los costos por aclareo. En ocasiones se tiene un buen espaciamiento mezclando semilla muerta con semilla viable en una proporción de 3:1 respectivamente o bien el uso de arena de río de tamaño medio.

Las siembras indirectas proporcionan las condiciones adecuadas para la germinación y buen desarrollo de las plántulas, el almácigo se prepara mezclando partes iguales de tierra, arena y estiércol, para un mejor manejo no deberán ser éstos mayores de 15 metros de largo por un metro de ancho ya

que se recomienda sean desinfectados con bromuro de metilo ($680 \text{ g}/15\text{m}^2$) reduciendo problemas por suelo. La siembra se realiza a chorrillo en pequeños “surquitos” separados de 8 a 10 cm, depositando la semilla a una profundidad menor de 1.5 cm; posteriormente, se realiza un aclareo dejando de 1 a 3 cm entre plantas. Por lo general, se necesita sembrar 300-400 g de semilla en 3 o 4 almácigos ($45\text{-}60 \text{ m}^2$) para cubrir una hectárea. Cuando las plantas alcanzan una altura de 10-15 cm y tienen de 4-6 hojas, se consideran listas para trasplantarse, esto ocurre aproximadamente a los 35-45 días después de la siembra (Díaz, 1977).

En general, se recomienda utilizar de 1.4-1.7 kg/ha de semilla para siembras directas en lechugas de “cabeza” y de 2-2.5 kg/ha en lechugas de “oreja”. Para trasplante, las recomendaciones son de 0.4 a 0.5 kg/ha respectivamente (INIA-SAG, 1969).

El espaciamiento entre surcos es de 40-90 cm cuando la siembra se realiza a hilera sencilla y cuando es hilera doble, la distancia entre surcos es de 60-100 cm, esto depende del cultivar, fertilidad del suelo, etc. (Whitaker *et al.*, 1965).

3.1.7.3. Fertilización

El cultivo de la lechuga consume cantidades relativamente bajas de nutrimentos por la escasa profundidad del sistema radical bajo cultivo, pero esto no significa que pueda cultivarse en suelos pobres, por el contrario la lechuga produce su mayor rendimiento en suelos fértiles (Whitaker *et al.*, 1965).

En Estados Unidos, en general se usan 180 kg/ha de nitrógeno y 160 kg/ha de fósforo. Algunas veces se usan 150-300 kg de superfosfato triple al momento de la siembra (González, 1976).

La lechuga a nivel nacional se cultiva en varias entidades federativas recomendándose para cada una de ellas diferentes fórmulas de fertilización teniendo que : para Baja California Norte, se aplican 256-216-50 unidades de N-P-K respectivamente; para Coahuila, 140-60-00; mientras que, para el D.F. (Xochimilco) y Edo. de México (Toluca), se recomienda la fórmula 60-40-00 (FERTIMEX, 1987).

Juárez (1988), en su estudio fenológico de tres variedades de lechuga (Grandes Lagos 659, Island Parris Cos y Dark Green Cos), en Chapingo México, obtuvo un rendimiento de 31.854 ton/ha en la var. Grandes Lagos 659 con la utilización de la fórmula 80-80-00 de N-P-K.

Cruz (1989), en su investigación sobre el efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de la lechuga cv "Grandes Lagos 407" en Chapingo México, menciona que al aplicar 10 toneladas de estiércol por hectárea, logró un rendimiento de 24-44 ton/ha; sin embargo, con el testigo de fertilización química (120-80-20 kg/ha de N-P-K), obtuvo un rendimiento de 25.73 ton/ha y un diámetro promedio en cabeza de 15.4 cm.

Moreno (1977), probó las fórmulas de fertilización 60-60-00, 80-60-00 y 100-60-00 encontrando que la mejor producción fue con la fórmula 80-60-00, con un rendimiento de 89.6 ton/ha con riego por goteo.

Díaz (1977), en las recomendaciones para el cultivo de la lechuga en los estados de Guanajuato y Querétaro sugiere aplicar la fórmula de fertilización 80-40-00, logrando rendimientos de 40-60 ton/ha mediante el uso de 390 kg de sulfato de amonio mezclados con 200 kg de superfosfato de calcio simple.

Baker (1979), citado por Alanis (1982), en Western, Washington, probó en el cv "Penlake", diferentes fuentes de nitrógeno, dosis de nitrógeno y fósforo así como sitios y épocas de aplicación del fertilizante nitrogenado, concluyendo que

una favorable nutrición de la lechuga se puede obtener aplicando en banda de 28 a 56 kg de nitrógeno/ha con alrededor de 100 kg de fósforo/ha (en suelos bajos en fósforo) al estar plantado.

Paterson (1979), citado por Alanis (1982), obtuvo que el tratamiento óptimo de fertilización fue de 67, 112 y 168 kg de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

En la región de Nuevo León, se ha observado buena respuesta de la lechuga al aplicar la fórmula de fertilización 80-80-00. Por otro lado, el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste, recomienda para el cultivo comercial de la lechuga en esa zona, la fórmula 60-60-00 (Alanis, 1982).

3.1.7.4. Escardas

Se efectúan principalmente para eliminar las malezas entre los surcos y evitar la compactación y agrietamiento del suelo (Cardona y Romero, 1977).

3.1.7.5. Riegos

Aproximadamente, el 98% de la composición de la lechuga es agua; por lo tanto, es un cultivo que requiere de suficiente humedad en el suelo ya que el sistema radicular es muy reducido, en relación con la parte aérea encargada de la evapotranspiración siendo muy sensible a la falta de agua, soporta mal un periodo de sequía, aunque sea muy breve. El número de riegos puede variar de acuerdo a las condiciones de clima, suelo, etapa de cultivo, etc., recomendándose que estos sean con un intervalo de 15-20 días (García, 1967).

Los periodos críticos en cuanto a humedad se marcan al efectuar el trasplante y cuando las lechugas empiezan a formar las "cabezas" (Hall *et al.*, 1975).

3.1.7.6. Cosecha

El ciclo de las “lechugas de cabeza” va de 50 a 90 días al igual que la “lechuga de oreja” (INIA-SAG, 1969).

Por lo general, las plantas no adquieren la madurez comercial en forma uniforme, por lo que se hace necesario efectuar varios cortes que varían de 3 a 4 días uno de otro (García, 1967).

Las lechugas se cosechan cuando las cabezas están totalmente formadas, las cuales adquieren una consistencia dura al tacto. Los cortes deben hacerse en la base de las hojas inferiores, ya que éstas protegen a la cabeza durante el empaque y transporte (Tiscornia, 1975). Por manejo físico en la cosecha, se afectan las hojas exteriores; por lo que, raras veces llegan a ser útiles para consumo (Ruth y Franklin, 1975).

La práctica se recomienda realizarla en días soleados ya sea al medio día o por la tarde, ya que por la mañana, las plantas se encuentran turgentes, debido a la alta humedad y al rocío nocturno, lo que propicia fácilmente un mayor quebrado de las hojas durante su manejo (Whitaker *et al.*, 1965).

La cosecha se realiza a granel y transportada hasta el almacén o bodega para su empaque, lo que ocasiona grandes pérdidas debido al daño del producto por el manejo. Por tal razón, se recomienda hacer el empaque directamente en campo, usando comúnmente cajas de cartón o madera con capacidad para 24 lechugas, donde 12 se colocan al derecho y el resto al revés. Muchas veces se hace necesario rociarlas con agua o hielo triturado para evitar que pierda humedad y con ello, propiedades nutritivas (Whitaker *et al.*, 1965).

3.2. Plagas y enfermedades

3.2.1. Plagas insectiles

Las principales plagas que atacan el cultivo de lechuga son: Gusano Falso Medidor (*Trichoplusia ni*), ocasionando perforaciones irregulares en la hojas; Gusano de la Col (*Pieris rapae*), que ocasiona perforaciones en la cabeza; el Gusano Soldado (*Spodoptera exigua* y *Prodenia ornithogalli*), provoca perforaciones en las hojas; Diabroticas (*Diabrotica* sp.), atacan como adulto produciendo pequeñas perforaciones; Pulgones (*Myzus persicae* y *Aphis* sp.) atacan como adultos y se alimentan de la savia causando marchitez, además de ser vectores de virus (Cásseres, 1971; García, 1967 y Whitaker *et al.*, 1965)

3.2.2. Enfermedades

Dentro de la gran diversidad de enfermedades de origen infeccioso que se han encontrado afectando el cultivo de la lechuga, se ha reportado que el 64% lo representan los hongos y el 36% restante virus, bacterias y nemátodos; los cuales se encuentran causando problemas que traen consecuentemente una reducción en la producción; así como, en la calidad del producto (Verdugo y Fucikovsky, 1980).

En estado de plántula, frecuentemente se ve afectada por los géneros *Pythium* y *Rhizoctonia*, los cuales forman parte del complejo de hongos causantes del damping-off o secadera. Su invasión temprana produce efectos muy serios y se manifiesta por un síntoma exterior que es un ahogamiento, para después provocar un oscurecimiento del cuello de la plántula seguido de una marchitez, trayendo consecuentemente la muerte del hospedante. Estos patógenos requieren para su desarrollo abundante humedad y en terrenos elevados causan pérdidas solo después de continuos períodos lluviosos. Se reproducen con temperaturas de 1-34°C y con un óptimo de 25°C (Walker, 1959).

El Mildiú Blanco de la lechuga es una enfermedad ocasionada por *Bremia lactucae* Regel, su presencia se manifiesta a partir de un decoloramiento de las zonas donde se ha instalado el hongo, formando manchas verde pálido. En la cara inferior de las manchas se forman fructificaciones dando la apariencia de un polvillo blanco harinoso característico. El hongo requiere para su desarrollo una temperatura de 15°C, aunado a una humedad relativa del 100%. (Bernard y Baquiast, 1967; Messiaen y Lafon, 1968).

La cenicilla es una enfermedad inducida por *Oidium* sp. y de importancia en variedades de lechuga "Grandes Lagos". se manifiesta con la presencia de un polvillo blanquecino por ambas superficies de la hoja, siendo afectadas principalmente las hojas viejas; a menudo este polvo cubre totalmente las hojas, que posteriormente pierden su lustre y tienden a rizarse para que finalmente se tornen amarillas y mueran. En general, este patógeno requiere de una humedad relativa de 70% y una temperatura de 17°-19°C, siendo muy favorable la baja intensidad luminosa (Chupp y Sherf, 1960; Walker, 1959).

La "esclerotinia" o caída, es una enfermedad causada por *Sclerotinia minor* o *Sclerotinia sclerotiorum*, estos patógenos pueden afectar a diversas especies hortícolas, ya que normalmente proceden del suelo, sobre todo, cuando la temperatura oscila entre los 15° y 21°C y el aire es húmedo, se favorece su desarrollo manifestándose con una pudrición en la base de las hojas (Hawthorne, 1974).

Louret y Dumas citados por Messiaen y Lafon (1968), establecen que comparando la frecuencia de ataque de *S. minor* y *S. sclerotium* en el cultivo de lechuga, se observó con más frecuencia ataques por *S. minor* aún cuando la *S. sclerotium* se encontró en el suelo. Hawthorne (1974), determinó que en cualquier etapa de desarrollo del cultivo de lechuga predominando temperaturas entre 12° y 15°C, se hace susceptible al ataque de *S. minor* debido a que las

hojas inferiores están en contacto con el suelo por mucho tiempo propiciando un microclima en la base de la planta.

En lo que respecta a bacterias fitopatógenas, *Erwinia carotovora* (Jones) Holland, es considerada de importancia, ya que causa la llamada “pudrición blanda” en lechuga y muchas otras hortalizas. Este organismo es extremadamente destructivo, afectando tanto en el campo como en el almacén; en general, se manifiesta con la aparición de una pequeña lesión húmeda que rápidamente se extiende por toda la planta). Durante la epifitiología de la enfermedad, la planta se transforma en una masa acuosa y mucosa de tejido que trae consecuentemente la muerte de la planta. La bacteria se reproduce rápidamente y puede ser diseminada con facilidad por medio de las herramientas, ropa de trabajo, insectos, lluvia, agua de riego o bien, por un decaimiento de partículas de tejido; su temperatura óptima de desarrollo es de 20°C aunada a una humedad relativa de 65% (Chupp y Sherf, 1960; Villarreal, 1985).

Por otra parte, la reducción del vigor y el cambio de coloración entre otros, son síntomas que manifiestan la presencia de un virus en la planta. Virus del Mosaico de la Lechuga (VLM), Virus del Amarillamiento Necrótico de Lechuga (VANL), son algunos de los virus de importancia que atacan al cultivo de lechuga; así como, el Micoplasma del Amarillamiento del Aster (González, 1976; Messiaen y Lafon, 1968).

El VML es considerando el de mayor importancia debido a los daños que induce y su fácil transmisión, la cual se realiza principalmente por el pulgón *M. persicae*, además de que se transmite a través de la semilla, pudiendo llegar hasta un 15% en plantas de la variedad “Trocadero”. Los síntomas son aclaramiento ligero de las nervaduras, el cual pronto cambia a un mosaico ligero y posteriormente severo observándose en algunos casos abolsamiento del tejido foliar; el siguiente síntoma es un encrespamiento de las hojas,

trayendo consecuentemente el enanismo. La importancia de la enfermedad depende en gran parte de las condiciones climatológicas y de la población de insectos vectores, además de ser una de las pocas que se transmiten por semilla (Garza, 1984).

La vena grande de la lechuga es otra enfermedad de importancia, causada por el Big Vein Virus (BBV), se le encuentra distribuida ampliamente en Inglaterra, Francia, Alemania, Nueva Zelandia y en los Estados Unidos, especialmente en California. El virus puede ser transmitido mecánicamente por la inoculación en la raíz, siendo el vector el hongo *Olpidium brassicae*. El primer síntoma de la infección, es un aclaramiento de las venas, el cual es mucho más pronunciado que el causado por el VML y finalmente provoca un arrugamiento de las hojas (Smith, 1972).

Con menor importancia, existe gran cantidad de patógenos causando daños al cultivo de lechuga.

Marssonina panattoniana (Berlese) Magnus, produce la antracnosis en lechuga y fue reportada por vez primera en 1985 en Italia y actualmente se le encuentra distribuida ampliamente en los Estados Unidos, Europa y Nueva Zelandia. Los síntomas se manifiestan en las hojas como manchas o anillos concéntricos de color café y se desarrolla a una temperatura de 20°C (Chupp y Sherf, 1960; Walker, 1959).

Moho gris causado por *Botrytis cinerea*, al igual que a la lechuga afecta otras plantas produciendo una infección en forma ascendente directo a la cabeza y resto de las hojas, transformándolas en una masa babosa ocasionando un colapso de la planta; característicamente se aprecian las fructificaciones grisáceas del hongo sobre la superficie de la planta, para su desarrollo requiere de una humedad alta de 90% y una temperatura de 20° a 24°C (Chupp y Sherf, 1960).

Algunos de los hongos causantes de manchas en las hojas de lechuga son: *Alternaria sonchi*, *Septoria lactucae* Passerini y *Cercospora longissima* (Cugini) Saccardo (Walker, 1959; Chupp y Sherf, 1960).

Además, existen gran cantidad de bacterias causantes de pudriciones en lechuga tales como: *Pseudomonas cichorii* (Swingle) Stapp., que provoca pequeñas manchas circulares de color café amarillento, desarrollándose rápidamente a lo largo de las hojas y se presenta a temperaturas entre los 26° y 30°C (Messiaen y Lafon, 1968).

Pseudomonas marginalis (Brown) Stapp., enfermedad distribuida en Europa, Inglaterra, India, Sudamérica y varias partes de Estados Unidos. El daño se manifiesta en un principio por un decaimiento del margen de la hoja y un progreso ascendente hasta cubrir totalmente la hoja, posteriormente, viene una marchitez del follaje, el cual adquiere un color café negruzco; con el tiempo se seca el tejido, dando una apariencia papelosa, la temperatura de desarrollo de la enfermedad está entre los 26°-30°C (Chupp y Sherf, 1960).

Xanthomonas vitians (Brown) Dowson., se aisló de lechugas cultivadas y silvestres en áreas de Estados Unidos, la enfermedad se presenta con un manchado de las hojas produciendo daño foliar y podredumbre del tallo, en las hojas las lesiones comienzan por una marchitez parcial del limbo en forma de "V". La bacteria se desarrolla a una temperatura de 26°C (Messiaen y Lafon, 1968).

Por último, se conoce que los nematodos del género: *Meloidogyne* sp., *Trichodorus* sp., *Pratylenchus* sp., entre otros se encuentran afectando durante todo el ciclo al cultivo (Burholder, 1954; Messiaen y Lafon, 1968).

3.2.3. Pudrición Corchosa de la raíz de la lechuga (Corky Root)

3.2.3.1. Origen y Etiología

El Corky Root (CR) de la lechuga es una enfermedad que en los últimos años ha tomado una gran relevancia, reportándose como uno de los principales problemas fitosanitarios de ese cultivo en E.U.A. (California, Wisconsin, Florida y Nueva York), Canadá e Italia (van Brugen, *et al.* 1988). Hasta hace algunos años, la etiología de la enfermedad era completamente desconocida, he incluso en este momento aún es sujeto de controversia. En 1922 se reportó a la bacteria *Pseudomonas rhizoctonia* (Thomas, 1922), como la causa de la pudrición en la raíz de la lechuga; sin embargo, la evidencia no fue lo suficientemente contundente. Posteriormente, especies desconocidas del genero *Pythium* se les señaló como responsables de la enfermedad (Haenseler, 1945).

En Wisconsin, Ontario, Italia y Nueva York, la enfermedad fue atribuida a sustancias tóxicas liberadas en la descomposición de residuos de lechuga (Amin y Sequeira, 1966; Bush y Barron, 1963; Hartnett y Lorbeer, 1971).

A este respecto, Amin y Sequeira (1966) y Hartnett y Lorbeer (1971) encontraron que efectivamente los residuos de lechuga que quedan en el suelo por largos períodos, causan un incremento en la pudrición de raíces, sobre todo cuando la temperatura se mantenía a 20 °C durante un lapso de 14 a 21 días. Así mismo, estos autores reportaron que el ácido m-N-etilaminobenzoico y otros ácidos orgánicos liberados durante la degradación de la lechuga son capaces de inducir síntomas similares al corky root.

Por otro lado, Grogan, *et al.* 1986; Hoff y Newman., 1960, sugirieron que las altas concentraciones de iones libres de amonio, derivados de las fertilizaciones con nitrato de amonio, UREA y gallinaza, eran capaces de inducir síntomas de

corky root bajo condiciones de invernadero. En 1985, en un estudio realizado en campos del Valle de Salinas, Ca., encontraron que los fertilizantes nitrogenados especialmente el nitrato de amonio incrementan la necrosis interna de las raíces (Patterson *et al.*, 1986).

En 1988, van Bruggen, *et al.*, demostraron que el CR de la lechuga en California era causada por una bacteria gram negativa, un año después cepas similares fueron aisladas de suelos de Florida, Wisconsin y Nueva York por van Bruggen *et al.*, (1989). Para 1990 encontraron que las pruebas taxonómicas de las cepas que inducen Corky Root, no correspondían a ninguno de los géneros fitopatógenos existentes, por lo que fue propuesto un nuevo género y especie para esta bacteria y actualmente se le denomina *Rhizomonas suberifaciens* (van Bruggen *et al.*, 1990a).

3.2.3.2. Importancia Económica

Estudios realizados por O'Brien y van Bruggen (1992b), indican que el efecto más importante del Corky Root sobre lechuga es la reducción en la calidad de la cosecha y del peso fresco del repollo, mientras que la reducción en el peso seco y el área de la planta fueron aspectos menos significativos. Las pérdidas en la cosecha varían entre un 34-92% dependiendo de la temporada y lugar, siendo mayores en las siembras de verano.

Datnoff y Nagata (1992), evaluaron dos variedades de lechuga resistentes (Raleigh y South bay) y dos susceptibles (Ithaca y Shawnee) en dos campos con antecedentes de infestación natural de CR, el promedio en peso fresco de la cosecha en las variedades resistentes de lechuga estuvo entre 875 a 1062 g/lechuga y 674-907 g/repollo, en cambio, en las variedades susceptibles fue de 419.8 a 668.7 g/lechuga, siendo la reducción en peso alrededor del 37% a 52% y 317.5 a 488.2 g/repollo; es decir, 43% a 53% de pérdida en la cosecha.

3.2.3.3. Taxonomía y Características

El agente causal se clasifica dentro de la división Gracilicutes, clase Proteobacteria, familia Pseudomonadacea y género *Rhizomonas* especie *suberifaciens* (Goto, 1992; van Bruggen *et al.*, 1990a).

Estudios morfológicos, fisiológicos y bioquímicos realizados por van Bruggen *et al.*, (1990a), indican que las cepas de *R. suberifaciens*, son gram negativas de lento crecimiento, formadas de bacilos rectos o ligeramente curvados de 0.43 - 0.52 x 0.92 - 1.34 μm , no móviles o móviles con un flagelo lateral, subpolar o polar. Las colonias típicas al principio son lisas y firmes y posteriormente se tornan blancas o amarillentas de apariencia rugosa. Todas las cepas son aeróbicas, con metabolismo de la glucosa oxidativo, oxidasa positiva y catalasa positiva, reducen el nitrato a nitrito y amonio, pero no a gas nitrógeno. Las cepas son dihidrolasa de arginina negativa. El etanol no fue convertido a ácido acético y ninguna de las once cepas estudiadas crecieron a un pH de 5.1 o menos, no son fluorescentes, pero, son capaces de acumular gránulos de poli β -hidroxibutirato, no hidrolizaron almidón o tween 80, pero si hidrolizaron tween 20, no convierten el etanol en ácido acético. La ubiquinona es Q10. El porcentaje de molaridad de guanina-citocina es de 58-65. La temperatura óptima de crecimiento es de 28-33 °C, con un máximo de 36-42 °C. Es una bacteria oligotrófica ha diferencia de las demás bacterias fitopatógenas que se caracterizan por ser eutrópicas.

3.2.3.4. Hospedantes

van Bruggen *et al.*, (1990b), realizaron experimentos en invernadero con el fin de estudiar el efecto de la bacteria *R. suberifaciens* en diferentes especies vegetales. Los investigadores demostraron que esta bacteria induce la enfermedad sobre endivia (*Sonchus arvensis*) y lechuguilla perteneciente a la familia de las compuestas, pero no en cartamo y girasol. El patógeno fue

reaislado de cada uno de los hospedantes susceptibles y la cepa reaislada fue similar a la cepa original. La inoculación en las especies de las familias Chenopodiaceae, Crucifereae, Cucurbitaceae, Gramineae, Leguminoseae, Solanaceae y Umbellifereae, no produjeron síntomas visibles, excepto en zanahoria de la variedad híbrida que reaccionó con proliferación de raíces y una decoloración café-anaranjada en el cuello de la raíz; sin embargo, el patógeno no fue reaislado de estas plantas y las variedades de zanahoria de polinización abierta no mostraron síntomas. *R. suberifaciens* fue aislada de la superficie de las raíces de plantas de haba, cartamo y soya, las cuales no mostraron síntomas de Corky Root. Las cepas aisladas de tomate, melón, lechuguilla y *Sonchus*, fueron patógenas solo en lechuga y lechuguilla. Esto demostró que solo los miembros de la familia Compositae y de estos los estrechamente relacionados con la lechuga, son susceptibles a *R. suberifaciens*.

3.2.3.5. Sintomatología

La enfermedad CR de la lechuga, se caracteriza por el amarillamiento y presencia de canchales de apariencia corchosa en la parte basal de la planta, el cuello de la raíz se necrosa limitando el desarrollo de la misma. Las raíces fibrosas se reducen en tamaño y número, no obstante, si los factores de humedad y fertilidad son favorables la planta se desarrollará y las raíces laterales crecerán a partir de la cabeza de la raíz principal, cerca de la superficie del suelo.

El tejido vascular infectado es descolorido en comparación con el tejido sano y en casos extremos, la parte interior se torna de una apariencia corchosa y se desintegra, pudiéndose extender a otras partes de la planta como el tallo. La manifestación de síntomas en la parte aérea de la planta, dependen del grado de severidad con que se presente la enfermedad en la raíz, si el daño es moderado simplemente se observaran áreas cloróticas en el follaje, si el daño

es severo la planta se marchitará, mostrará achaparramiento y finalmente morirá (van Bruggen, *et al.*, 1990a).

3.2.3.6. Epidemiología

En general poco se conoce sobre la epidemiología de CR y particularmente sobre sus mecanismos de dispersión; sin embargo, se ha determinado experimentalmente que tiene una rápida capacidad de dispersión (O'Brien y van Bruggen, 1990a) y aparentemente tiene una distribución uniforme en el campo, que según Lindemann *et al.*, (1982), es el resultado del efecto del viento como sucede con *Pseudomonas syringae*. Probablemente, la maquinaria agrícola, el agua y el viento, jueguen un papel muy importante en su diseminación, ya que por medio de ellos el suelo se mueve y cambia de un lugar a otro.

A este respecto, Patterson *et al.* (1981), aún sin conocer el agente causal de corky root, reportaron que este podría introducirse a los invernaderos con la incorporación de una pequeña cantidad de suelo infestado dentro de una mezcla con suelo estéril, en una relación de volumen 1:999 y en cuanto a su persistencia en el suelo, se ha encontrado que la bacteria puede permanecer hasta tres años en el suelo después de que se haya cultivado lechuga. . Por otra parte, se piensa que los insectos pueden contribuir en la diseminación de la enfermedad, ya que esta bacteria se ha logrado aislar de áfidos de la raíz en experimentos de campo (van Bruggen *et al.*, 1988).

Con base en un estudio de sobrevivencia de *R. suberifaciens* sobre hojas de lechuga y hojas de cebada, se comprobó que la capacidad de sobrevivencia de esta bacteria sobre las partes aéreas de la planta de lechuga fue similar al comportamiento de *E. coli*, lo cual indicó que las hojas no son una fuente importante o significativa de inóculo de este patógeno (O'Brien *et al.*, 1991).

O'Brien y van Bruggen (1993), estudiaron el efecto de la temperatura sobre el crecimiento *in vitro* de *R. suberifaciens* y encontraron que el máximo desarrollo ocurrió entre los 29° y 33°C, coincidiendo con que en la zona radicular, el daño de la enfermedad y por consiguiente la reducción del tamaño de la planta de lechuga fue más severo a los 31°C y muy bajo a los 10°C.

Estudios realizados por Huber y Watson (1974) y Mc Govern *et al.* (1985), han puesto de manifiesto que las fertilizaciones nitrogenadas favorecen el incremento de la severidad de enfermedades bacterianas y que tanto la concentración de nitrógeno, como la forma en que se aplica el fertilizante van a influir notablemente en el desarrollo de las enfermedades bacterianas. Por lo que, la severidad de CR se ha visto incrementada por el uso de fertilizantes nitrogenados en dosis que van de 78 a 213 kilogramos de nitrógeno por hectárea (van Bruggen *et al.*, 1990c).

Algunos estudios indican que la infección de CR es más severa en suelos con riegos pesados y altas concentraciones de NH_4 y NO_3 (Grogan *et al.*, 1986). Mientras que Bush y Barron (1963), señalan que la aplicación de fertilizante a base de amonio a razón de 550 kg/ha no afecta la severidad a pesar de una historial previo de este patógeno.

3.2.4. Control

3.2.4.1. Practicas culturales

Como las bajas concentraciones de oxígeno y altos niveles de humedad en el suelo, que se relacionan con los suelos compactos, excesiva irrigación y camas de plantación bajas, promueven la aparición y grado de severidad de la enfermedad, se deben de regular los niveles del agua en los suelos con mantillo y ricos en materia orgánica para minimizar la incidencia de la enfermedad. En caso de practicarse el monocultivo, se recomienda esperar el tiempo suficiente

para que se complete la descomposición de los residuos de lechuga de la cosecha anterior, antes de que se lleve a cabo la siguiente siembra (Patterson, *et al.*, 1981).

Se sugiere usar camas de siembra altas y los riegos deben ser esporádicos y ligeros, dirigidos a la parte más alta del surco, esto debe hacerse así hasta la etapa de rosetamiento, lo cual permitirá el crecimiento profundo de la raíz y evitará la reducción del desarrollo de la planta. El riego se puede realizar normal después de que las cabezas inicien su formación, sin llegar a la sobre irrigación. Evitar las altas concentraciones de amonio en el suelo, así como, la fertilización con urea (Patterson, *et al.*, 1981).

Es conveniente la rotación de cultivos, como los cereales, los cuales se deben cortar antes de que inicien las primeras lluvias, se dejan en la superficie para realizar el establecimiento de la lechuga. Las altas densidades de siembra de los cereales y su sistema radicular fibroso rompe y aérea los suelos compactos haciendo más fácil la labranza y aumentando el drenaje y la penetración de las raíces de la lechuga. Al reducir la compactación del suelo disminuyen los daños causados por CR; sin embargo, en estudios realizados por van Bruggen *et al.*, (1990b), encontraron que al sembrar centeno como cultivo de cobertura de invierno, el efecto supresivo solo se presentó en una de las cuatro parcelas y los rendimientos no se vieron afectados por el uso de la cobertura, ya que el potencial de inóculo en el suelo no disminuyó, por lo que dedujeron que, el cultivo de cereales se debe establecer por un periodo más prolongado para que se muestren resultados positivos. Alvarez *et al.*, (1992), reportaron que la siembra de caña de azúcar también disminuye las pérdidas de lechuga durante los siguientes tres ciclos de cultivo.

En cuanto al manejo del cultivo, van Bruggen y Rubatzky (1992), encontraron que la severidad se reduce con el transplante de plántulas de una edad de 4 a 5 semanas, obviamente esto es más costoso pero conlleva a un menor riesgo.

Asimismo, demostraron que el daño por CR fue mayor en las plantas que crecieron y se desarrollaron por un periodo prolongado en suelos infestados con esta bacteria.

Los investigadores van Bruggen y Rubatzky (1992), señalan que no saben con exactitud porque las lechugas transplantadas fueron menos afectadas que las lechugas de siembra directa, no obstante, ellos suponen que puede ser el tiempo de exposición al patógeno, aunque, también plantean alguna forma de resistencia por la madurez de la planta o posiblemente porque las aberturas naturales de la raíz principal al darse el brote de las raíces secundarias no están expuestas al patógeno, ya que la infección de la plántula ocurre al momento de la emergencia de las raíces laterales.

3.2.4.2. Control químico

Patterson *et al.* (1981), reportaron que el CR puede ser controlado con bromuro de metilo + cloropicrina, metam sodio o el calentamiento del suelo a 53 °C por 10 minutos mezclando el suelo con 50 ppm de Novocim.

O'Brien y van Bruggen (1990c), realizaron investigaciones sobre el efecto de la fumigación del suelo con dazomet y bromuro de metilo + cloropicrina, para el control de CR, obteniendo en parcelas pequeñas una reducción del grado de la enfermedad entre un 25 y 50 %. El peso seco de los brotes y las raíces, se incrementó en un 40 y 33 % respectivamente en comparación con los suelos no tratados. Resultados similares se obtuvieron en extensiones grandes del valle de Salinas, Ca., con la aplicación de dazomet (400 kg/ha) y bromuro de metilo + cloropicrina (400 kg/ha), encontrando que las plantas que crecieron en suelos no fumigados presentaron una severidad de daño 3.6 veces mayor. Además, el peso de las cabezas de la lechuga fueron 39 y 52%, respectivamente, más alto que la de las plantas de suelos no tratados.

3.2.4.3. Control genético

Brown y Michelmore (1988), detectaron altos niveles de resistencia a corky root, en 19 variedades de *L. sativa*, *L. serriola*, *L. saligna*, *L. dentata* y *L. virosa*. La resistencia es conferida por un gene recesivo y se manifiesta en un rango de fenotipos, que se caracterizan por raíces blancas sin daños y si se presentan algunas lesiones estas van de un 20-40% de cobertura en la superficie de la raíz. Dickson (1963) y Sequeira (1970), también detectaron un gene resistente en lechuga romana originaria de Turquía y la denominaron PI 171669.

Brown y Michelmore, (1988) y Ryder y Waycott (1994), reportaron que se liberaron las variedades de lechuga "Misty Day" y "Glacier", las cuales fueron desarrolladas de la cruce entre las variedades Green Lake y Salinas, con esta combinación se logró obtener parte de la resistencia de Green Lake y el tamaño, color y textura de la variedad Salinas.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Fase de Laboratorio

4.1.1. Colecta de material vegetal enfermo

Se hicieron cuatro visitas de reconocimiento en las principales zonas productoras de lechuga en los estados de Guanajuato (Apaseo y Celaya) y Querétaro (Querétaro, Pedro Escobedo, Ezequiel Montes y Amealco) con base en antecedentes de problemas fitosanitarios. Las muestras de plantas de lechuga se tomaron de predios comerciales del “Rancho la Alameda”, localizado en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro., donde de acuerdo con el propietario del lugar, el cultivo de la lechuga se ha practicado de manera intensiva por más de cinco años y el problema de pudrición corchosa de la raíz se ha venido incrementando ciclo tras ciclo.

Una vez colectado el material vegetal, se llevo al Laboratorio de Bacteriología Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo para su procesamiento.

4.1.2. Aislamiento del patógeno

Para considerar a un organismo como el agente inductor de una enfermedad es necesario lograr su aislamiento y purificación a partir de tejido enfermo, en este caso se tomó en primer termino tejido vascular de las raíces de plantas de lechuga con lesiones café rojizas y aspecto corchoso en diferentes niveles de severidad, se lavó con agua y se cortaron pequeños trozos que se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 1% durante 1 minuto. El hipoclorito se decantó y el tejido vegetal se enjuagó 3 veces con agua estéril,

para posteriormente colocarlos en tubos de ensaye con agua estéril por 10 minutos manteniéndose en agitación e inmediatamente después se sembró la suspensión bacteriana en medio de cultivo.

El medio de cultivo utilizado durante el estudio para aislar y mantener las cepas fue el denominado "Medio-S" (van Bruggen *et al.* 1988), que contiene 5 g de caseína hidrolizada, 2.5 g de glucosa, 1.3 g de $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$, 0.5 g de KNO_3 , 0.5 g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 60 mg de $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ y 11 g de Agar, por un litro de agua destilada.

La siembra de la suspensión bacteriana en el Medio-S, se realizó mediante la técnica de estría cruzada. Una vez sembrados los medios de cultivo se incubaron a 27 °C y fueron revisados diariamente hasta observar el desarrollo de colonias.

Como un proceso paralelo al aislamiento, se preparó una suspensión acuosa con trozos de tejido parenquimatoso provenientes de las plantas enfermas, para ser observado en el microscopio compuesto y determinar la presencia de microorganismos.

4.1.3. Pruebas de patogenicidad

La selección de las cepas bacterianas para las pruebas de patogenicidad, se realizó con base a su frecuencia en el aislamiento del material vegetal y a sus características morfológicas.

Para determinar la patogenicidad de las bacterias aisladas, se emplearon semillas de lechuga de la variedad "Salinas" las que se sembraron en macetas que fueron llenadas con suelo tratado con bromuro de metilo (82 g/m^2 de suelo). El inóculo se preparó con cultivo bacteriano de 48 horas de crecimiento, suspendido en agua estéril para dar una concentración de 3×10^7 UFC/ml,

mientras que para el testigo se utilizó únicamente agua estéril. La inoculación se realizó por dos métodos:

- ◆ Incorporación al suelo, para este caso la suspensión bacteriana se aplicó al suelo en el centro de cada maceta y después se depositó una semilla de lechuga, que se cubrió con suelo e inmediatamente se dio un riego ligero.
- ◆ El segundo método fue la inoculación por inyección al cuello de plantulas de lechuga de 35 días de sembradas.

Para cada caso se utilizaron cinco macetas, la cuáles fueron regadas cada tercer día desde que fue depositada la semilla, hasta los 35 días posteriores a la siembra, a partir de entonces los riegos se efectuaron cada cinco días, hasta que la planta cumplió 65 días de sembrada.

Las plantas inoculadas fueron revisadas periódicamente cada 7 días, para detectar los cambios en el follaje y a los 65 días de sembradas, se observaron y analizaron sus raíces. El material fue procesado de la misma manera que las colectadas en campo en un principio, por lo que las suspensiones obtenidas fueron sembradas en el Medio-S.

4.1.4. Identificación del patógeno

Una vez desarrollados los microorganismos, se seleccionaron los más predominantes y se purificaron empleando el Medio-S. Estos cultivos se realizaron con colonias simples y después se les determinaron sus características de morfología colonial y celular, así como las siguientes pruebas bioquímicas:

- ◆ Prueba de Gram.
- ◆ Metabolismo oxidativo y/o fermentativo de la glucosa.
- ◆ Prueba de oxidasa.

- ♦ Prueba de catalasa.
- ♦ Prueba de Fluorescencia.
- ♦ Reducción de nitratos a nitritos.
- ♦ Dihidrolasa de arginina.
- ♦ Gránulos de poli β -hidroxibutirato.
- ♦ Hidrólisis de almidón.
- ♦ Hidrólisis de Tween 20 y Tween 80.

4.2. Fase de Campo

4.2.1. Ubicación y características agroclimáticas del sitio experimental

La fase experimental se llevo a cabo durante los meses de febrero, marzo y abril de 1998, en predios comerciales del “Rancho la Alameda”, ubicado en el Municipio de Pedro Escobedo, localizado en la parte Sureste del estado de Querétaro, entre las coordenadas 20° 2' – 20° 35' de latitud Norte y 100° 19' de longitud Oeste; a una altura que varía entre los 1850 y 1950 msnm (SG y SEQ, 1987).

El clima se clasifica como templado, con una temperatura media anual de 18 °C, la del mes más frío entre 3 y 18 °C; la temporada de mayor calor es a partir del mes de mayo con temperaturas hasta de 36 °C. La precipitación pluvial es de 700 mm anuales, presentándose el período de lluvias en verano. Los tipos de suelos que predominan son los de textura fina, compuestos por arcilla y arena, combinados con limo (SG y SEQ, 1987).

4.2.2. Material vegetal utilizado

Para el estudio en campo se utilizaron dos variedades de lechuga “Sharp shooter 2418” y “Salinas 128”, resistente y susceptible respectivamente a la enfermedad de la pudrición corchosa.

4.2.3. Manejo del cultivo en el experimento

El manejo de las unidades experimentales se ajustaron a las practicas que regularmente se hacen en el Rancho la Alameda para el cultivo de la lechuga. La siembra se hizo en charolas bajo condiciones de invernadero, el transplante se efectuó cuando la plántula cumplió las cuatro semanas de establecida la semilla, los riegos se realizaron por aspersión, cada 7 ó 10 días, la dosis de fertilización utilizada fue 100-60-00. El control de plagas se enfocó principalmente contra pulgones y palomillas utilizando Tamaron (metamidofos) a dosis de 1.5 l/ha.

El combate de malezas fue la única practica que se realizó de manera diferente a lo acostumbrado, ya que en las parcelas comerciales se utiliza herbicida, en tanto que en el estudio, este proceso se hizo de manera manual en cada una de las parcelas experimentales.

Las fechas determinantes durante el desarrollo del experimento fueron las siguientes:

- Siembra en invernadero: 22 de enero de 1998.
- Incorporación de paja de cebada: 22 de enero de 1998.
- Aplicación de fumigantes (Basamid G y Lucafum): 1º. de febrero de 1998.
- Inmersión de plántulas en antibióticos (Bactrol e Intermycin 100): 20 de febrero de 1998.
- Transplante: 20 de febrero de 1998.
- Primera aspersión foliar de los antibióticos: 2 de marzo de 1998.
- Segunda aspersión foliar de los antibióticos: 12 de marzo de 1998.
- Primera evaluación de severidad de daño a la raíz: 20 de marzo de 1998.
- Segunda evaluación de severidad de daño a la raíz: 30 de marzo de 1998.
- Tercera evaluación de severidad de daño a la raíz: 10 de abril de 1998.
- Cuarta evaluación de severidad de daño a la raíz: 25 de abril de 1998.
- Evaluación de peso seco y fresco: 25 de abril de 1998.

4.2.4. Diseño Experimental

El diseño experimental planteado en este trabajo fue el de Parcelas Divididas, donde las parcelas grandes fueron las variedades de lechuga "Sharp shooter" y "Salinas". Las parcelas chicas estuvieron representadas por seis tratamientos con cuatro repeticiones cada uno.

Cada Unidad Experimental fue de 30 m², formada por 5 surcos con un metro de separación entre ellos y 6 metros de largo. Los tratamientos se aplicaron a cada unidad experimental teniendo cuatro repeticiones cada uno, de estas repeticiones, dos se distribuyeron de manera aleatoria dentro de cada parcela grande (variedades de lechuga), como se indica en la Figura 1.

4.2.5. Tratamientos

Para el manejo de la enfermedad de la pudrición corchosa, se consideraron los tratamientos indicados en el Cuadro 1.

Variedad	Variedad
3	6
5	3
1	5
6	4
2	2
4	1
5	3
6	4
4	1
2	2
1	6
3	5

Figura 1. Distribución de los tratamientos en el diseño de Parcelas Divididas para evaluar el control de la pudrición corchosa de la raíz en el cultivo de lechuga, en el Municipio de Pedro Escobedo, Querétaro, 1998.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en las variedades "Sharp shooter" y "Salinas" para el control de la pudrición corchosa de la raíz del cultivo de lechuga, en el Rancho la Alameda, Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

No. de Tratamiento	Producto	Dosis	Momento de la Aplicación
1	BASAMID G (Dazomet)	400 kg/ha	20 días antes del transplante
2	LUCAFUM (Metam Sodio)	500 l/ha	20 días antes del transplante
3	INCORPORACIÓN DE PAJA DE CEBADA		30 días antes del transplante
4	BACTROL (Gentamicina + Clorhidrato de Oxitetraciclina)	400 g/100 l de agua	Inmersión de plántulas al momento del transplante y aplicaciones foliares a los 10 y 20 días después del transplante.
5	INTERMYCIN 100 (Cobre + Estreptomicina + Oxitetraciclina)	60 g/100 l de agua	Inmersión de plántulas al momento del transplante y aplicaciones foliares a los 10 y 20 días después del transplante.
6	TESTIGO ABSOLUTO	-----	-----

4.2.6. Aplicación de los tratamientos

1. Basamid G (dazomet).- Es un producto granular, que se aplicó de manera manual, distribuyéndolo uniformemente en cada unidad experimental e incorporándolo inmediatamente al suelo con ayuda de un azadón. A los 10 días de la fecha de aplicación, el suelo se removió para permitir su aireación, a los siguientes 10 días, el suelo se preparo para el transplante con rastra y surcado. La cantidad de Basamid G utilizado fue de 4.8 kilogramos en 120 m² (1.2 kg/unidad experimental).
2. Lucafum (metan sodio).- El producto se aplicó por aspersión, con ayuda de una mochila manual y una boquilla de abanico plano (8004) para mayor cobertura, en el terreno previamente mullido y mojado, posteriormente se

procedió a humedecer nuevamente el suelo para lograr la penetración del producto y luego se selló, colocando una cubierta plástica del tamaño de la unidad experimental, la cual se mantuvo por 48 horas. Después de los 10 días de la fecha de aplicación, el suelo se removi6, para su aireaci6n, y a los siguientes 10 d6as, se rastre6 y surc6 el suelo para el transplante. La cantidad de Lucafum utilizado fue de 6 Litros en 120 m² (1.5 l/unidad experimental).

3. Incorporaci6n de paja de cebada.- Se utilizaron cuatro pacas de este producto, las cuales se distribuyeron uniformemente en las parcelas experimentales con un rastrillo, y posteriormente se incorporaron en el terreno con una rastra de discos, este tratamiento se hizo un mes antes del transplante.
4. Bactrol (gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina).- Se prepar6 una soluci6n de este producto a una dosis de 160 g/20 L de agua. Las pl6ntulas fueron sumergidas en la soluci6n, donde se mantuvieron aproximadamente una hora y se transplantaron inmediatamente. Despu6s se hicieron aspersiones foliares cubriendo toda la planta a los 10 y 20 d6as posteriores al transplante.
5. Intermycin 100 (cobre + estreptomycin + oxitetraciclina).- Se prepar6 una soluci6n de este producto a una dosis de 24 g/20 L de agua. Las plantas fueron sumergidas durante una hora, para ser transplantadas inmediatamente. Despu6s se hicieron aspersiones foliares al total de la planta a los 10 y 20 d6as posteriores al transplante.
6. Testigo absoluto. En las unidades experimentales correspondientes a este tratamiento, se llevaron a cabo las practicas convencionales para el cultivo de la lechuga; sin embargo, en este caso no se aplic6 ning6n producto de efectos bactericidas.

4.2.7. Método de muestreo y tamaño de muestra

El muestreo para la evaluación de la severidad de daño se realizó de manera aleatoria, tomando 10 plantas dentro de cada unidad experimental, las cuales fueron extraídas con todo y raíz para observar y estimar el nivel de daño ocasionado por la enfermedad de acuerdo con la escala del Cuadro 2. Las evaluaciones se llevaron a cabo a los 30, 40, 50 y 65 días de transplantada la lechuga. Las plantas extraídas en la última evaluación se utilizaron para determinar peso fresco y peso seco de la parte comercial de la lechuga.

4.2.8. Parámetros de evaluación

La evaluación se realizó tomando en cuenta las siguientes variables respuesta:

Severidad de daño a la raíz

Esta variable respuesta se estimó de manera cualitativa, observando el nivel de daño en la raíz y tomando como base los índices de severidad de la escala del Cuadro 2, propuesta por O'Brien y van Bruggen (1992a).

Cuadro 2. Escala visual para medir la severidad del daño a la raíz por pudrición corchosa en el cultivo de lechuga, Municipio de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Índice	Descripción
0	Raíz sana.
1	Menos del 2% de Superficie de Raíz Dañada (SRD).
2	De 2 a 10 % de SRD.
3	De 11 a 25 % de SRD.
4	De 26 a 50 % de SRD.
5	De 51 a 75% de SRD.
6	Más del 75% de SRD.

Peso fresco, peso seco y estimación de rendimiento

En la última evaluación se determinó el peso fresco de la parte comercial o repollo de la lechuga y con base en los promedios por unidad experimental se estimó el rendimiento, adicionalmente se obtuvo el peso seco, para lo cual se llevo el material a la estufa a 60 °C por un día para su deshidratación.

4.2.9. Análisis Estadístico

Los datos obtenidos en la evaluación de severidad de daño a la raíz se les aplicó la formula de Townsend & Heuberger para obtener el porcentaje de infección.

$$P = \frac{\sum (n * v)}{\text{Categoría mayor} * N} * 100$$

Donde: **P** = Grado de infección en %
n = número de raíces por categorías
v = valor numérico por categoría
N = Número total de raíces en la muestra.

Con los valores recabados se realizó un análisis de varianza (ANAVA) y posteriormente la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la comparación multiple de medias, utilizando para esto el paquete de análisis estadístico SAS®.

A partir de los datos de grado de infección (P), se calcularon los porcentajes de eficacia según la formula de Abbot, con el objeto de conocer el porcentaje de eficacia de cada tratamiento.

$$IT = \frac{IT - it}{IT} * 100$$

Donde: **IT** = Infestación del testigo
it = infestación del tratamiento

V. RESULTADOS

5.1. Fase de laboratorio

En los cuatro recorridos realizados durante 1998, en la zona de Pedro Escobedo, Qro., específicamente en el "Rancho la Alameda", se observaron plantas con follaje clorótico, marchitez y achaparramiento, las cuales al ser extraídas del suelo, sus raíces presentaban lesiones de color café rojizo y en casos severos agrietamientos, apariencia corchosa en la parte basal de la planta y una gran proliferación de raíces secundarias que crecen cerca de la superficie del suelo (Figura 2). Además, al inicio de la infección el tejido vascular de las raíces principales afectadas, mostraban una decoloración y conforme avanza la enfermedad la parte interior va adquiriendo una apariencia corchosa y finalmente se desintegra.

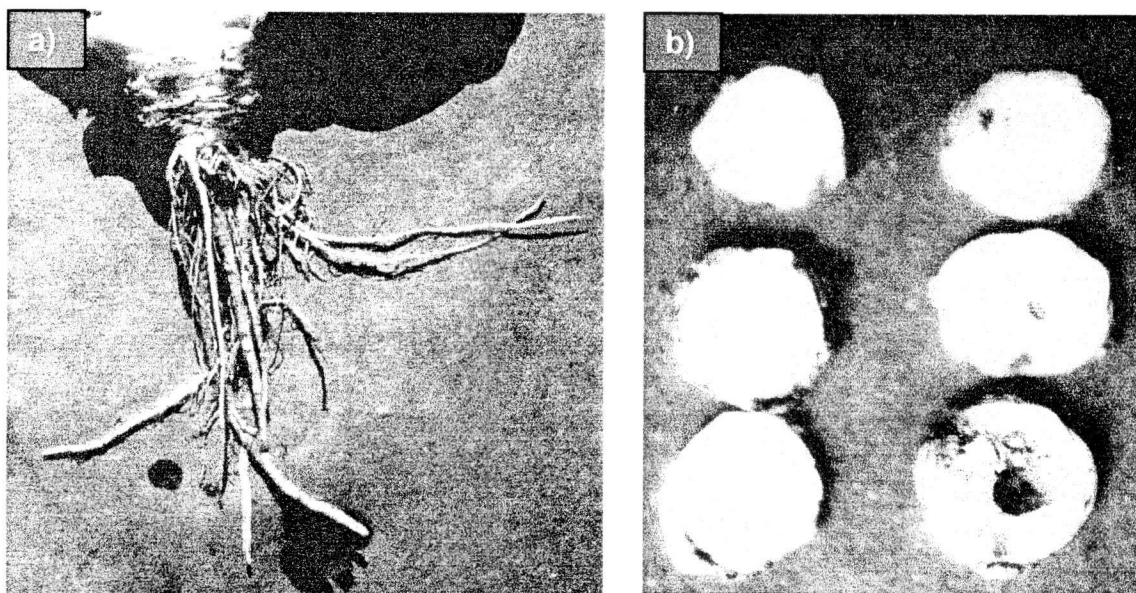


Figura 2. Planta de lechuga colectada en el "Rancho La Alameda" Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998, a) Síntomas externos y b) Corte transversal a nivel del cuello que muestra la pudrición corchosa del tejido parenquimatoso.

5.1.2. Aislamiento del patógeno

De las 12 plantas de lechuga colectadas en los recorridos, se aislaron constantemente dos tipos de colonias bacterianas de color blanco grisáceo, convexas y translúcidas, siendo las colonias de la cepa C-2, las que mostraron una superficie rugosa, borde irregular y crecimiento lento, ya que eran visibles a simple vista hasta después de los 8 días de incubación. Estas últimas colonias al ser observadas al microscopio presentaban células bacilares, gram negativas, formando pequeñas cadenas de hasta cuatro bacilos, móviles por un flagelo polar (Figura 3).

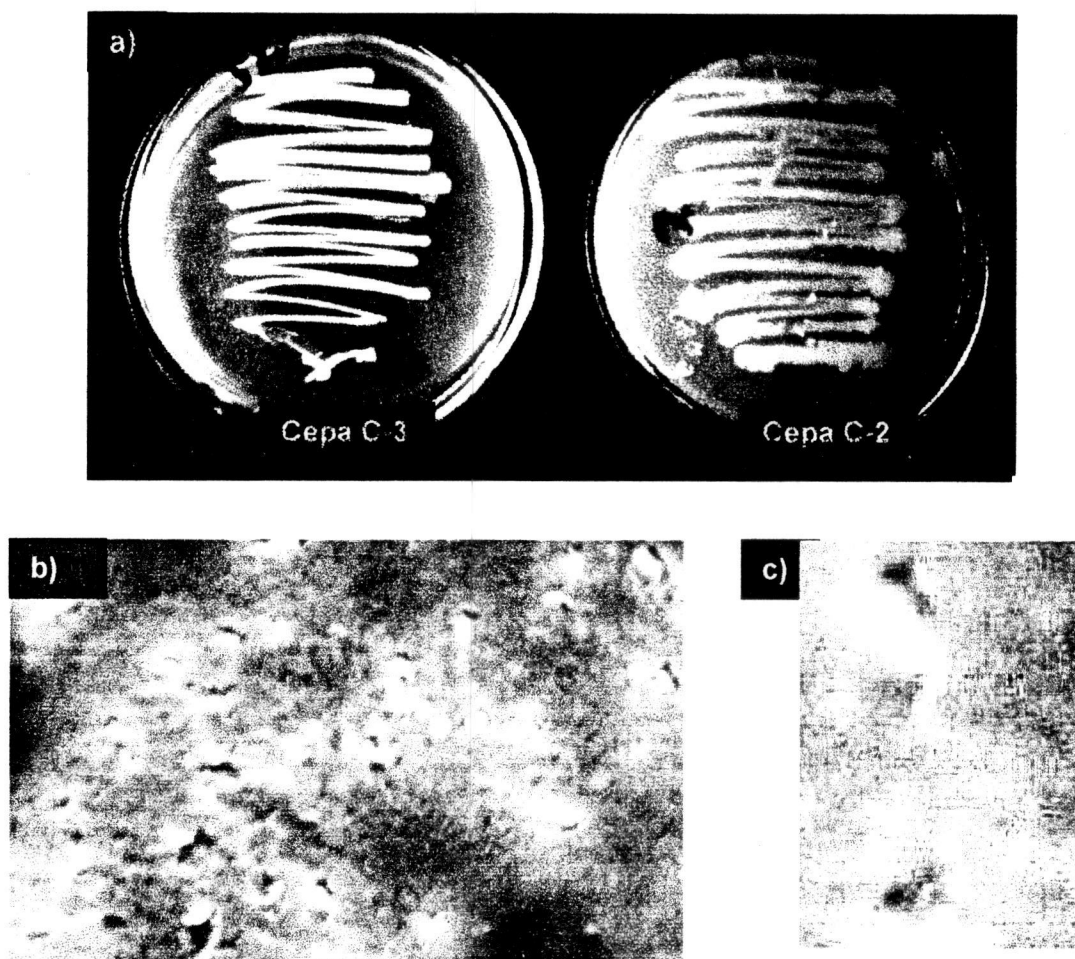


Figura 3. Bacterias aisladas de plantas de lechuga con raíz corchosa, **a)** Crecimiento en medio de cultivo "S", **b)** Células bacilares y **c)** Bacteria con flajelo polar, detalle microscopio compuesto (100x).

5.1.3. Pruebas de patogenicidad

En la inoculación con el testigo (solo agua estéril), las plantas se desarrollaron igual a las plantas inoculadas con la cepa C-1, solo que estas últimas presentaron una lesión local en el lugar de la punción, con la inoculación indirecta (incorporación al suelo) de estas dos suspensiones, no se presentaron síntomas y las plantas se comportaron normalmente. En cambio con la inoculación da cepa C-2 si se reprodujeron los síntomas observados en el campo, aclarando que la severidad fue mayor con la inoculación por inyección (Figura 4).

Cuando las plántulas de lechuga se inocularon con la cepa C-2 por punción a la base del tallo, los primeros síntomas se manifestaron cinco días después, como pequeñas lesiones café claro y cinco días más tarde, estas lesiones aumentaron de tamaño y se constriñó parte del tallo y por consiguiente el follaje se tornó clorótico y al observar las raíces también se detectó la presencia de lesiones café oscuro, con agrietamientos y pudriciones de aspecto corchoso, en algunas plantas las raíces laterales mostraron los mismos síntomas ó incluso no se formaron raíces secundarias (Figura 4b).

En el caso de la aplicación al suelo de la cepa C-2 los síntomas se manifestaron hasta los 15 días siguientes, los cotiledones y las primeras hojas verdaderas mostraron un color amarillento y a los 15 días posteriores a esta observación, la base del tallo y la raíz principal presentaron lesiones café-rojizas, mientras que el desarrollo de la cabeza de la lechuga fue mayor que en las plantas inoculadas directamente. A los 45 días de la inoculación el daño, el cual no fue muy severo, se extendió a las raíces secundarias y el amarillamiento de hojas solo se presentó en las hojas basales, finalmente, algunas raíces principales presentaron un ligero agrietamiento y al hacer el corte transversal de la base del tallo se observó oscurecimiento de los haces vasculares y parte del tejido parenquimatoso (Figura 4a).

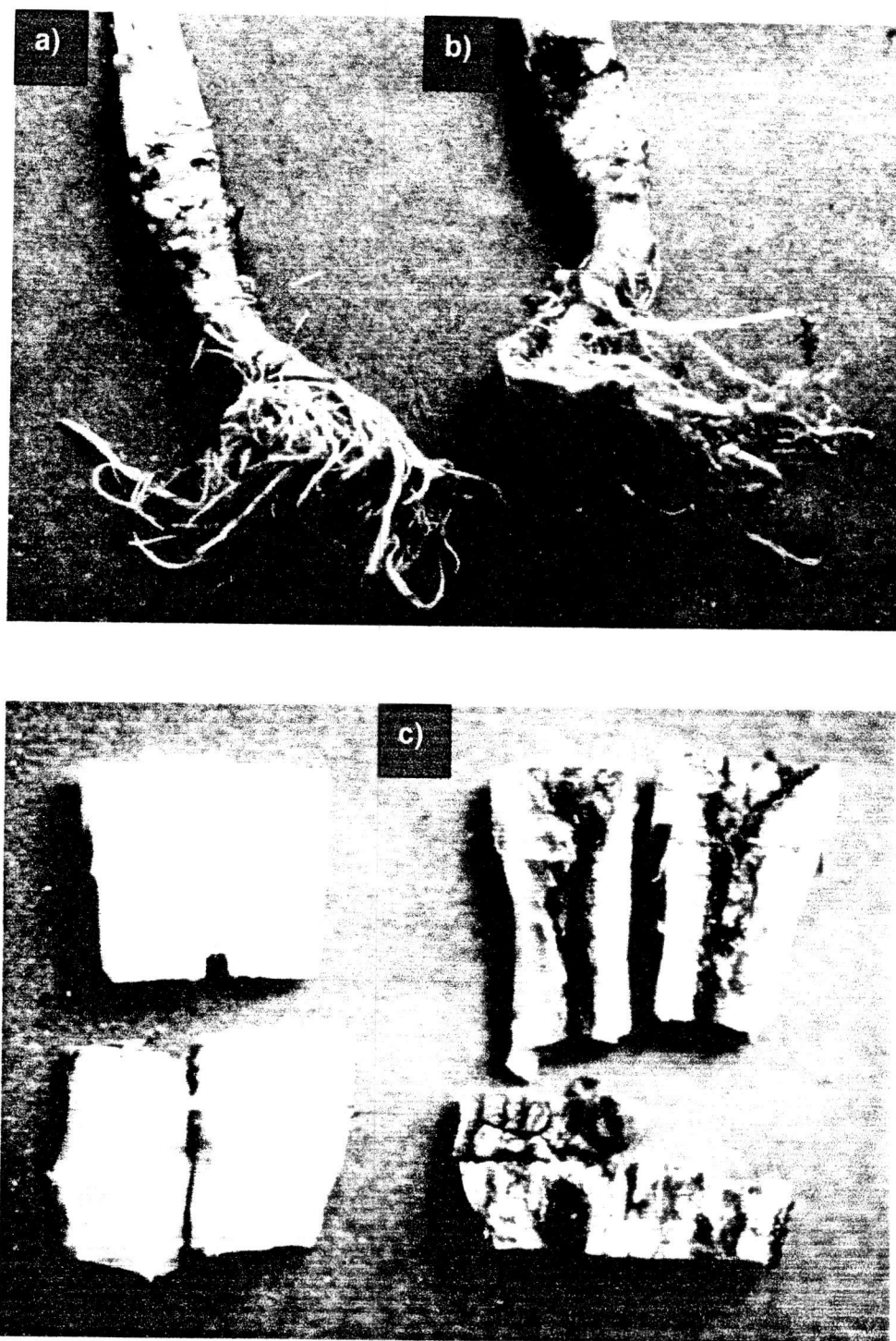


Figura 4. Inoculación de plantas de lechuga con la cepa C-2, **a)** Inoculación al suelo, **b)** Inyección a la raíz y **c)** Sección longitudinal del cuello mostrando pudrición corchosa.

5.1.4. Identificación y Caracterización del patógeno

El metabolismo de estos organismos fue aeróbico estricto, no produjeron el pigmento fluoresceína cuando se sembraron en el medio B de King, las cepas presentaron las enzimas oxidasa y catalasa, así como las del sistema dihidrolasa de arginina, la nitrato reductasa y para hidrolizar tween 20, pero no el tween 80 y almidón. Además, se les detectaron inclusiones citoplasmáticas de β -hidroxibutirato (Cuadro 3), por lo que fueron identificadas como, *Rhizomonas suberifaciens*, de acuerdo con lo reportado por van Bruggen (1990a).

Cuadro 3. Características morfológicas y fisiológicas de las bacterias aisladas de lechuga con síntomas de amarillamiento del follaje y pudrición corchosa en la raíz, en comparación con *Rhizomonas suberifaciens*.

Característica	Cepa C-2	* <i>R. suberifaciens</i>
Colonias no pigmentadas, lisas y firmes	+	+
Flagelo polar (uno)	+	+
Gram	-	-
Fluorescencia	-	-
Metabolismo aeróbico	+	+
Producción de oxidasa	+	+
Producción de catalasa	+	+
Reducción de nitratos a nitritos	+	+
Producción de dihidrolasa de Arginina	-	-
Gránulos poli β -hidroxibutirato	+	+
Hidrólisis de almidón	-	-
Hidrólisis de tween 20	+	+
Hidrólisis de tween 80	+	-

* Características reportadas por van Bruggen et al. (1990a).

Al practicar el reaislamiento del agente causal del daño en las plantas de lechuga que mostraron síntomas tanto en la inoculación directa como en la indirecta, se obtuvieron colonias bacterianas cuya morfología colonial y celular fue idéntica a la C-2, con lo que se cumplieron los postulados de Koch y se comprueba que el agente etiológico de la pudrición corchosa de la lechuga en el Rancho la Alameda, Mpio. Pedro Escobedo Qro., es una bacteria como lo reportan van Bruggen, *et al.* (1988, 1990a).

5.2. Fase de campo

Primera evaluación

En la primera evaluación la aparición de la enfermedad se observó en las unidades experimentales donde se sembró la variedad susceptible en combinación con el testigo absoluto y en menor grado en el tratamiento de la incorporación de paja de cebada. La mayoría de las plantas en estas parcelas mostraron clorosis y su desarrollo vegetativo fue menor en comparación con las demás unidades experimentales. Cuando se revisaron las raíces de las mismas, se detectó una pudrición de color café y en algunos casos un pobre desarrollo de las raíces secundarias, al realizar cortes transversales de la raíz se observaron lesiones y necrosamiento en el tejido parenquimatoso.

De acuerdo con el Análisis de Varianza realizado con los datos obtenidos del porcentaje de infección de la primera evaluación (Cuadro 17 del apéndice) se puede observar que existió interacción entre los factores variedad y tratamiento, diferencia estadística significativa entre las variedades utilizadas y diferencias entre los tratamientos aplicados.

La comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$) de las interacciones variedad por tratamiento (Cuadro 4) expone que el testigo absoluto de la variedad

susceptible, presentó el mayor porcentaje de infección con 63.33%, seguido de la interacción entre la variedad susceptible y el tratamiento de incorporación de paja de cebada con 33.33% con una diferencia en valor que es aproximadamente del doble. En términos generales no se observó una gran diferencia entre las interacciones de esta primera evaluación y como era de esperarse, las interacciones que incluyeron la variedad tolerante presentaron los menores porcentajes de infección, con excepción de la aplicación de Lucafum sobre la variedad susceptible (0.8 % de infección), respondiendo muy bien la eficacia del producto.

Cuadro 4. Comparación de medias de los porcentajes de infección de las interacciones Variedad por Tratamiento en el cultivo de Lechuga para la primera evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Tratamiento	% de infección	Comparación ($\alpha=0.05$)	Eficacia % Abbott
Tolerante – Basamid	0.00	A	50.0
Susceptible – Lucafum	0.83	A	98.6
Tolerante – Test. Absoluto	1.67	A	0.0
Tolerante – Bactrol	1.67	A	50.0
Tolerante – Lucafum	1.67	A	50.0
Tolerante – Intermycin	3.33	A	25.0
Susceptible – Basamid	5.83	A	91.3
Susceptible – Bactrol	6.67	A	89.6
Tolerante – Paja	9.17	A	0.0
Susceptible – Intermycin	25.00	A	58.9
Susceptible – Paja	33.33	AB	46.9
Susceptible – Test. Absoluto	63.33	B	0.0

*Valores de medias con la misma letra son significativamente iguales.

Referente al análisis de varianza de los datos de eficacia (Cuadro 18 del apéndice), obtenidos con la formula de Abbott, en esta primera evaluación, reportan diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados y que no existió interacción entre los factores variedad del cultivo y tratamiento, en lo que respecta a las variedades evaluadas no se incluyeron en este análisis por si solas, ya que la eficacia es un factor que mide principalmente el efecto de los tratamientos.

En este sentido en el Cuadro 4, no se manejo la comparación de medias del porcentaje de control en las interacciones, siendo notorio que el mayor efecto de los tratamientos se presentó al ser aplicados sobre la variedad susceptible. Al revisar el Cuadro 5 sobre la comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$) de la eficacia de los tratamientos de manera independiente, se puede ver que los tratamientos a base de Lucafum, Basamid y Bactrol presentaron los más altos porcentajes de control con 74.3, 70.6 y 69.8%, respectivamente. Aún cuando en esta primera evaluación no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, la incorporación de paja de cebada que tuvo un 21.5 % de infección, no parece ser una alternativa efectiva para el manejo de la pudrición corchosa.

Cuadro 5. Comparación de medias de los porcentajes de infección y eficacia de los tratamientos en el cultivo de Lechuga para la primera evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

No.	Tratamiento	% de Infección	Comparación ($\alpha = 0.05$)	Eficacia % Abbott	Comparación ($\alpha = 0.05$)
2	Lucafum	1.25	A	74.3	A
1	Basamid	2.92	A	70.6	A
4	Bactrol	4.17	A	69.8	A
5	Intermycin	14.17	AB	41.9	AB
3	Paja de Cebada	21.25	AB	23.5	AB
6	Testigo Absoluto	32.50	B	0.0	B

*Valores de medias con la misma letra son significativamente iguales.

Segunda Evaluación

En esta segunda evaluación, el daño por la enfermedad se acentuó en las parcelas que fueron plantadas con la variedad susceptible siendo el testigo absoluto y la incorporación de paja, las unidades más afectadas, las hojas que anteriormente eran amarillas se secaron y las raíces mostraron mayores áreas de pudrición café, al igual que algunas raíces secundarias. Las parcelas de la variedad tolerante empezaron a mostrar pequeñas lesiones color café

amarillento sobre la superficie de la raíz principal sin afectar el tejido vascular y parenquimatoso.

El análisis de varianza del porcentaje de infección en la segunda evaluación (Cuadro 19 del apéndice), señala interacción entre los factores variedad y tratamientos, así como diferencias significativas de manera independiente entre la variedad utilizada y el tratamiento aplicado. Al analizar la comparación de medias de las interacciones (Cuadro 6) podemos observar que los mayores porcentajes de infección se presentaron en la variedad susceptible usada como control y en su combinación con el tratamiento de cobertura de paja con un 68.33% y 65.00% respectivamente. Los menores porcentajes de infección (12.5 %) se dieron en las interacciones de la variedad tolerante con los tratamientos de Basamid y Bactrol, las cuales, no difieren estadísticamente de los demás tratamientos donde se involucró a la variedad tolerante, incluyendo el testigo absoluto, con 17.5 % de infección.

Cuadro 6. Comparación de medias de los porcentajes de infección de las interacciones Variedad por Tratamiento en el cultivo de Lechuga para la segunda evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Tratamiento	% de infección	Comparación ($\alpha=0.05$)	Eficacia % Abbott
Tolerante – Bactrol	12.50	A	26.4
Tolerante – Basamid	12.50	A	30.6
Tolerante – Test. Absoluto	17.50	AB	0.0
Susceptible – Bactrol	19.17	AB	71.7
Susceptible – Lcafum	20.83	AB	69.5
Tolerante – Lucafum	21.67	AB	0.0
Tolerante – Intermycin	25.83	ABC	0.0
Tolerante – Paja	33.33	ABC	0.0
Susceptible – Basamid	36.67	BC	46.0
Susceptible – Intermycin	44.17	CD	35.4
Susceptible – Paja	65.00	DE	4.9
Susceptible – Test. Absoluto	68.33	E	0.0

*Valores de medias con la misma letra son significativamente iguales.

Respecto al porcentaje de control dentro de las interacciones, la comparación de medias, indica claramente que el efecto de los tratamientos es más notorio al aplicarlos en la variedad susceptible y al analizar la comparación de medias Tukey ($\alpha= 0.05$) de la eficacia de los tratamientos de manera independiente (Cuadro 7), se observa que los mejores porcentajes de control se obtuvieron con Bactrol (49.06 %), seguido por Basamid (38.28 %) y Lucafum (34.76 %) sin diferencia estadística entre ellos. Como se había previsto en la primera evaluación el tratamiento de incorporación de paja no representa ningún beneficio.

Cuadro 7. Comparación de medias de los porcentajes de infección y eficacia de los tratamientos en el cultivo de Lechuga para la segunda evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

No.	Tratamiento	% de Infección	Comparación ($\alpha= 0.05$)	Eficacia % Abbott	Comparación ($\alpha= 0.05$)
4	Bactrol	15.83	A	49.06	A
2	Lucafum	21.25	A	34.76	AB
1	Basamid	24.58	AB	38.28	AB
5	Intermycin	35.00	BC	17.71	BC
6	Testigo Absoluto	42.92	CD	0.00	C
3	Paja de Cebada	49.17	D	2.44	C

*Valores de medias con la misma letra son significativamente iguales.

Tercera Evaluación

En esta tercera evaluación las plantas de la variedad susceptible que sufrieron daños severos en la raíz terminaron por secarse y morir, otras plantas que fueron infectadas más tarde manifestaron niveles de daño considerable en la raíz y su follaje fue de color amarillo, esto provocó la formación de repollos pequeños o de gran volumen, pero poco compactos.

El análisis de varianza de la tercera evaluación de los datos de porcentaje de infección (Cuadro 21 del apéndice), revela que se mantiene la interacción entre

los factores variedad con tratamientos y existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

De acuerdo con el Cuadro 8, los mayores porcentajes de infección se presentaron en el testigo absoluto de la variedad susceptible y la misma variedad con el tratamiento con cobertura de paja de cebada con 80.00 y 64.17% de infección respectivamente. Las interacciones con menor porcentaje de infección involucraron a la variedad tolerante con los tratamientos de Intermycin, Lucafum y el Bactrol. Sin embargo, destaca la interacción de la variedad susceptible con el tratamiento de Lucafum con solo 11.67 % de infección, seguido del testigo de la variedad tolerante con 12.50%, los cuales son estadísticamente iguales.

Cuadro 8. Comparación de medias de los porcentajes de infección de las interacciones Variedad por Tratamiento en el cultivo de Lechuga para la tercera evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Tratamiento	% de infección	Comparación ($\alpha=0.05$)	Eficacia % Abbott
Susceptible – Lucafum	11.67	A	85.32
Tolerante – Test. Absoluto	12.50	A	0.00
Tolerante – Intermycin	15.83	A	0.00
Tolerante – Lucafum	18.33	AB	0.00
Tolerante – Bactrol	19.17	AB	0.00
Tolerante – Basamid	21.67	AB	0.00
Susceptible – Basamid	26.67	ABC	66.61
Tolerante – Paja	34.17	BCD	0.00
Susceptible – Bactrol	43.33	CD	45.77
Susceptible – Intermycin	50.83	DE	36.58
Susceptible – Paja	64.17	EF	19.87
Susceptible – Test. Absoluto	80.00	F	0.00

*Valores de medias con la misma letra son significativamente iguales.

En lo que respecta a la comparación de variedades en los porcentajes de infección, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas; sin embargo, debido posiblemente al efecto de los tratamientos de Lucafum y Basamid en la variedad susceptible (Cuadro 8) que presentaron niveles de

infección por debajo del 30%, lo cual pudo influir en este fenómeno. No obstante, al comparar los valores de los testigos absolutos de manera independiente, se aprecia una clara diferencia entre las variedades evaluadas.

En la comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$) que considera el efecto de los tratamientos de manera independiente (Cuadro 9), se observa que el testigo absoluto y el tratamiento de la incorporación de paja, mantuvieron su tendencia de presentar los mayores porcentajes de infección ambos con promedios superiores al 46%, mientras que los tratamientos de Lucafum con 15 % y Basamid con 24.17 % reportaron los más bajos niveles de infección. En términos generales la aplicación de alguno de los tratamientos, con excepción de la incorporación de paja de cebada, ayudó a retardar el daño de la pudrición corchosa en las raíces de plantas de lechuga.

Cuadro 9. Comparación de medias de los porcentajes de infección y eficacia de los tratamientos en el cultivo de Lechuga para la tercera evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

No.	Tratamiento	% de Infección	Comparación ($\alpha = 0.05$)	Eficacia % Abbott	Comparación ($\alpha = 0.05$)
2	Lucafum	15.00	A	42.66	A
1	Basamid	24.17	AB	33.30	A
4	Bactrol	31.25	B	22.88	B
5	Intermycin	33.33	B	18.29	BC
6	Testigo Absoluto	46.25	C	0.00	D
3	Paja de Cebada	49.17	C	0.00	D

*Valores de medias con la misma letra son significativamente iguales.

El análisis de varianza de los valores del porcentaje de control (Cuadro 22 del apéndice), revelan que existió interacción entre los factores variedad de lechuga y tratamiento utilizado. Además de que hubo diferencia significativa entre la variedad de lechuga y los tratamientos, analizados de manera independiente.

Para esta tercera evaluación, destacó el hecho de que aparentemente la aplicación de los tratamientos sobre la variedad tolerante no presentó ningún

nivel de eficacia, debido al comportamiento de la misma variedad, siendo esta la que obtuvo la menor severidad de daño con un valor promedio de 12.5% (Cuadro 8).

Cuarta Evaluación

La mayor severidad de daño en la variedad susceptible fue una tendencia que se mantuvo hasta esta última evaluación, las cabezas de la lechuga que llegaron a esta etapa fueron pequeñas y de una calidad comercial baja en su gran mayoría. En lo que respecta a la variedad tolerante, se presentaron niveles de infección considerables, por lo menos en la parte superficial de la raíz; Sin embargo, este tipo de daño no fue suficiente para impedir el paso de agua y nutrientes a la parte superior de la planta, completando su ciclo y logrando una buena producción.

El análisis de varianza de la cuarta evaluación referente al porcentaje de infección (Cuadro 23 del apéndice), indicó que hubo diferencias significativas entre las variedades de lechuga utilizadas y el tratamiento aplicado, estos analizados de manera independiente, pero también existió interacción entre estos dos factores.

Al realizar la comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$) de los porcentajes de infección (Cuadro 10), podemos observar que las interacciones que involucraron a la variedad susceptible presentaron los mayores porcentajes de infección por arriba del 70%, a excepción de los tratamientos de Basamid con 48.33% y de Lucafum con 26.67%, los cuales fueron estadísticamente diferentes a los demás. También cabe aclarar, que estos dos tratamientos en interacción con la variedad tolerante presentaron los menores porcentajes de infección 26.67% y 24.17% respectivamente, lo que refuerza el concepto de interacción, ya que al relacionarse estos dos factores se obtuvieron respuestas diferentes a la variedad tolerante utilizada como testigo absoluto ó a la variedad

tolerante en combinación con los otros tratamientos (Bactrol, Intermycin ó paja de cebada)

Cuadro 10. Comparación de medias de los porcentajes de infección de las interacciones Variedad por Tratamiento en el cultivo de Lechuga para la cuarta evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Tratamiento	% de infección	Comparación ($\alpha=0.05$)	Eficacia % Abbott
Tolerante – Lucafum	24.17	A	38.45
Susceptible – Lucafum	26.67	A	67.49
Tolerante – Basamid	26.67	A	31.91
Tolerante – Bactrol	28.33	A	27.36
Tolerante – Test. Absoluto	39.17	AB	0.00
Tolerante – Paja	45.00	B	2.00
Tolerante – Intermycin	45.00	B	0.00
Susceptible – Basamid	48.33	B	41.16
Susceptible – Intermycin	71.67	C	12.81
Susceptible – Bactrol	72.50	C	11.74
Susceptible – Paja	75.00	C	8.76
Susceptible – Test. Absoluto	82.50	C	0.00

*Valores de medias con la misma letra son significativamente iguales.

Respecto al análisis de los tratamientos de manera independiente (Cuadro 11), el testigo absoluto con 60.83%, cobertura de paja de cebada con 60% e Intermycin 58.33% fueron los que presentaron mayor porcentaje de infección y los tratamientos con menor porcentaje de infección fueron Lucafum (25.42%) y Basamid (37.50%) con diferencia estadística significativa entre ellos.

Referente al porcentaje de control en la cuarta evaluación, el análisis de varianza (Cuadro 24 del apéndice) nos indica que hubo diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, además de que se presentó interacción entre los dos factores evaluados.

Al analizar los resultados de la eficacia mediante la comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$), se advirtió que los mayores porcentajes de control se dieron con la variedad susceptible interactuando con los tratamientos de Lucafum

y Basamid con 67.49% y 41.16% respectivamente; sin embargo, es relevante en esta última evaluación, que las interacciones que siguen por su nivel de eficacia, fueron las que correspondieron a los mismos tratamientos, pero, con la variedad tolerante. El tratamiento que presentó los más bajos porcentajes de control independiente de la variedad con que interactuó, fue el de incorporación de paja de cebada con niveles del 8.76 al 2.0%.

La comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$) de los tratamientos de manera independiente nos indica que el mejor porcentaje de control se obtuvo con el Lucafum con un 52.97% de eficacia seguido del Basamid (36.54%) y Bactrol (19.55%). Los tratamientos de Intermycin e incorporación de paja de cebada no fueron estadísticamente diferentes al testigo absoluto en esta cuarta evaluación.

Cuadro 11. Comparación de medias de los porcentajes de infección y eficacia de los tratamientos en el cultivo de Lechuga para la cuarta evaluación mediante la prueba de Tukey en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

No.	Tratamiento	% de Infección	Comparación ($\alpha = 0.05$)	Eficacia % Abbott	Comparación ($\alpha = 0.05$)
2	Lucafum	25.42	A	52.97	A
1	Basamid	37.50	B	36.54	B
4	Bactrol	50.42	C	19.55	C
5	Intermycin	58.33	CD	6.40	D
3	Paja de Cebada	60.00	D	5.38	D
6	Testigo Absoluto	60.83	D	0.00	D

*Valores de medias con la misma letra son significativamente iguales.

Peso fresco, peso seco y estimación del rendimiento

En la última lectura donde se evaluó el peso fresco y peso seco de la parte comercial o repollos de lechuga, los mejores valores de estos parámetros se obtuvieron con la variedad tolerante, lo cual se reflejó directamente en los rendimientos estimados. La comparación de medias (Cuadro 12), muestra las diferencias estadísticas existentes entre ambas variedades, al comparar los

rendimientos de los testigos absolutos, la variedad Sharp shooter superó por aproximadamente 13 Ton/ha a la variedad Salinas. Por otra parte, los valores de la variedad tolerante se encontraron prácticamente dentro de un mismo grupo estadístico, mientras que la variedad susceptible se comportó de acuerdo al efecto de cada uno de los tratamientos, destacando la fumigación con Lucafum, cuyo rendimiento estimado de 23.770 Ton/ha fue ligeramente superior al testigo absoluto de la variedad Sharp shooter y estadísticamente no difirió de los mejores pesos frescos obtenidos con la variedad tolerante y otros tratamientos. Los mayores valores de estos parámetros se obtuvieron con la interacción de la variedad Sharp shooter y el tratamiento de Lucafum, estimándose un rendimiento de 27.280 Ton/ha, en el lado opuesto se encontraron los promedios relacionados con la variedad susceptible correspondiente al testigo absoluto y donde se incorporó la paja de cebada. Este rendimiento superó la media de la producción nacional que se reporta en 19.970 Ton/ha y la del estado de Querétaro de 21.700 Ton/ha.

Cuadro 12. Comparación de medias de las variables peso fresco y seco de las interacciones variedad por tratamiento en el cultivo de lechuga, por la prueba de Tukey y rendimiento estimado en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Tratamiento	Peso Fresco (gr)	Peso Seco (gr)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	Rendimiento Estimado Ton/ha
Tolerante – Lucafum	818.40	37.50	A	27.280
Tolerante – Bactrol	745.00	34.70	AB	24.833
Tolerante – Basamid	740.90	35.40	AB	24.696
Susceptible – Lucafum	713.10	33.70	ABC	23.770
Tolerante – Test. Abs.	705.20	33.10	BC	23.506
Susceptible – Basamid	677.40	32.70	BC	22.580
Tolerante – Paja	613.70	30.60	C	20.456
Tolerante – Intermycin	594.50	29.70	C	19.816
Susceptible – Bactrol	594.30	29.70	C	19.810
Susceptible – Intermycin	426.60	24.10	D	14.220
Susceptible – Test. Abs.	310.30	20.50	D	10.343
Susceptible - Paja	174.50	15.10	E	5.816

*Valores de medias con la misma letra son significativamente iguales.

En términos generales, los menores porcentajes de infección, se presentaron en las interacciones que involucraron a la variedad tolerante (Figura 5), destacando los tratamientos de fumigación pretransplante con Lucafum y Basamid, seguidos de la aplicación de Bactrol. Sobresale el efecto del Lucafum, ya que este tratamiento independientemente de la variedad con la que interactuó presentó niveles de infección bajos durante el desarrollo del experimento y revisando los datos de la última evaluación se reportó 24.17% de infección con la variedad tolerante y 26.67 % con la susceptible (Figura 5). Por otra parte, los niveles de eficacia del Lucafum para controlar la enfermedad fueron los más altos en este trabajo (Figura 6).

Es importante hacer notar, que si el uso de la variedad tolerante con la aplicación de algún tratamiento nos resulta en un valor de severidad de daño menor que el que se obtiene utilizando únicamente la variedad tolerante (testigo absoluto), independientemente de que sea solo una o más de todas las combinaciones posibles que presenten esta relación, es cuando el análisis de varianza reporta la existencia de la interacción y al observar la última fecha de evaluación se aprecia que las interacciones entre la variedad tolerante con los tratamientos de Lucafum, Basamid y Bactrol, se encuentran por debajo del porcentaje de infección del testigo absoluto de la misma variedad.

Referente a la eficacia de los tratamientos de acuerdo con los resultados obtenidos, los mejores efectos se obtuvieron al ser evaluados sobre la variedad susceptible (Figura 6). En este sentido, se puede deducir que la variedad tolerante por si sola juega un papel importante para inhibir el desarrollo de la enfermedad y consecuentemente toma sentido el concepto de interacción.

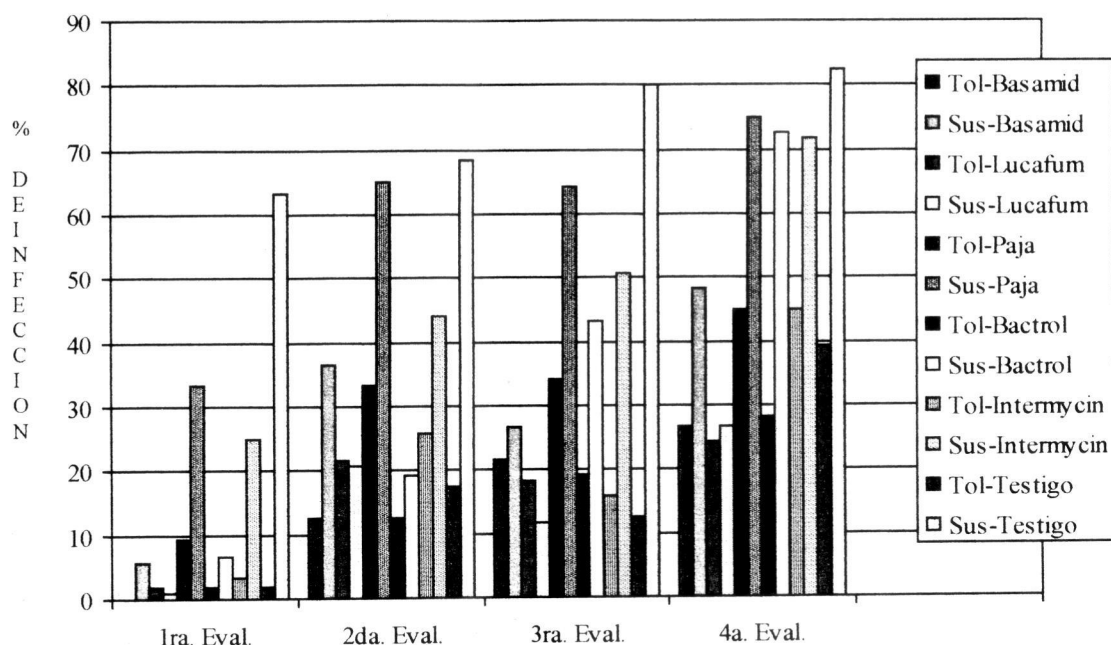


Figura 5. Comportamiento de los porcentajes de infección por efecto de las interacciones variedad por tratamiento en las cuatro fechas de evaluación en el cultivo de Lechuga, en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

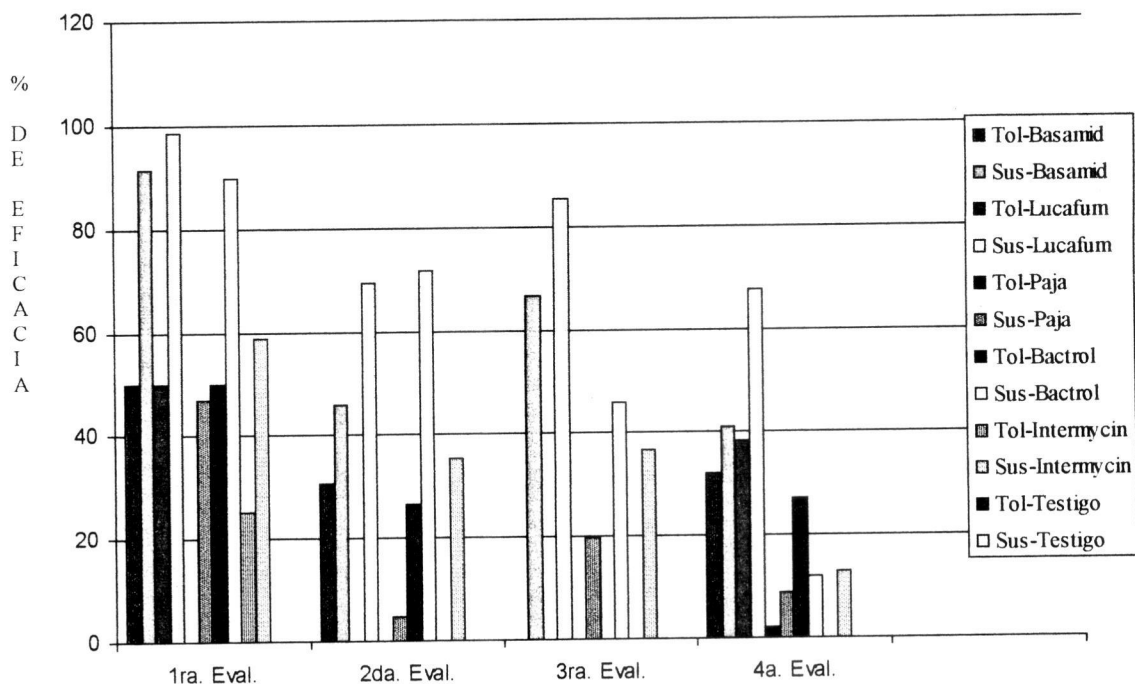


Figura 6. Comportamiento de los porcentajes de control (eficacia) de las interacciones variedad por tratamiento en las cuatro fechas de evaluación en el cultivo de Lechuga, en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

El análisis del efecto de los tratamientos de manera independiente, en el porcentaje de infección durante las cuatro evaluaciones (Figura 7), nos revela que los promedios más bajos se presentaron en tres de las cuatro evaluaciones, en las unidades experimentales donde se realizó la fumigación pretransplante del Lucafum (1ª= 1.25%, 3ª=15.05 y 4ª=25.42%), seguido del Basamid aplicado de la misma manera (1ª= 2.92%, 3ª=24.17 y 4ª=23.75%). A excepción de la segunda evaluación donde el menor nivel de infección se dio en los tratamientos con bactrol con un promedio de 15.83%.

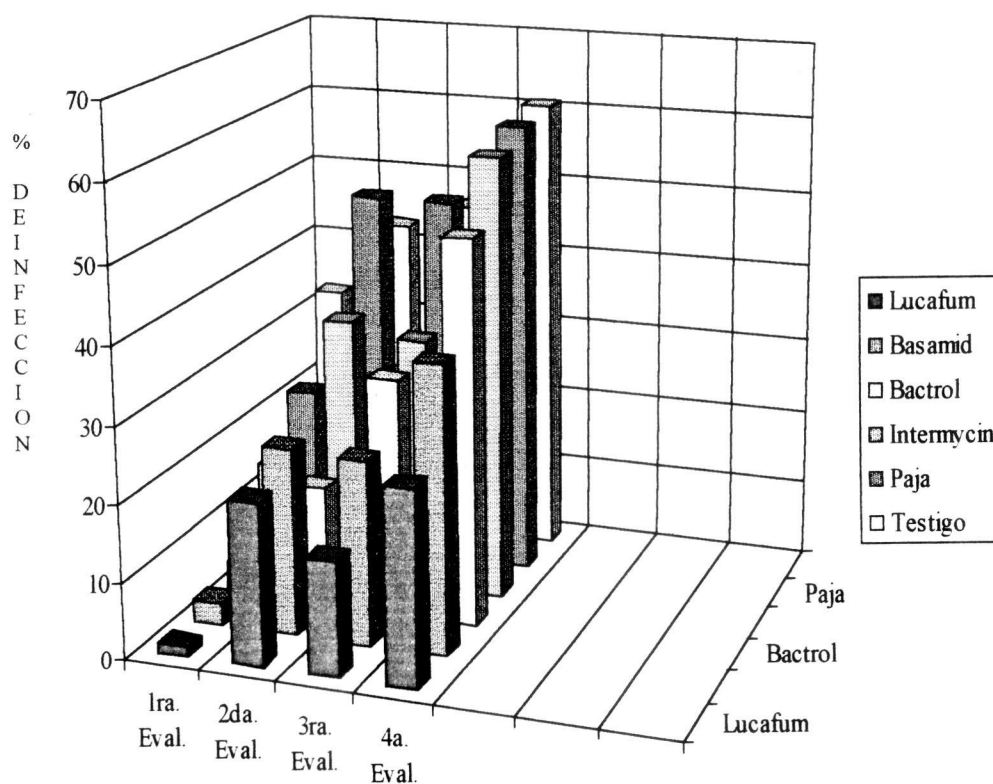


Figura 7. Porcentajes de infección por efecto de los tratamientos durante las cuatro fechas de evaluación en el cultivo de Lechuga, en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Los tratamientos que presentaron los mejores porcentajes de control fueron las fumigaciones con Lucafum y Basamid (Figura 8), resultando ser más eficaces que los antibióticos, destacando el Lucafum con valores de eficacia que se diferencian estadísticamente de los demás.

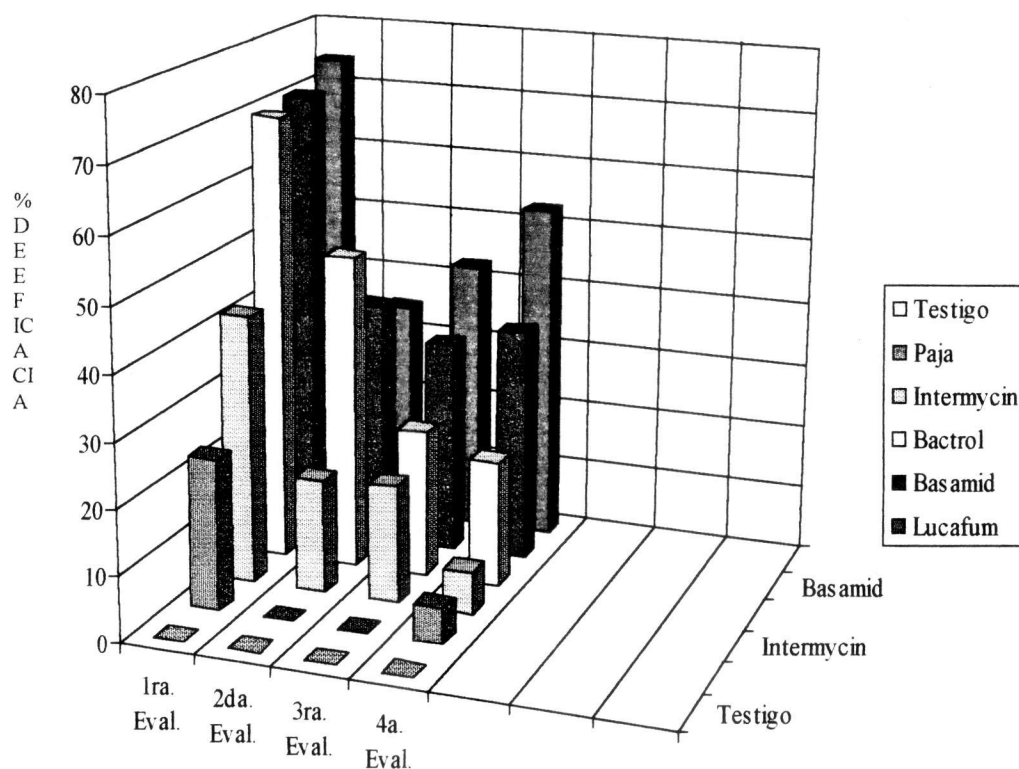


Figura 8. Porcentajes de control (eficacia) por efecto de los tratamientos durante las cuatro fechas de evaluación en el cultivo de Lechuga en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998..

VI. DISCUSIÓN

Este trabajo basó el cumplimiento de uno de sus objetivos en los “Postulados de Koch”, el haber conseguido la reproducción de síntomas con la inoculación de la cepa aislada durante la fase de laboratorio, fue la primera evidencia de que el microorganismo estaba relacionado con la causa de la enfermedad, planteamiento que se reforzó al lograr una vez más el aislamiento del hospedante inoculado.

La similitud de los síntomas observados en campo de la zona de Pedro Escobedo, Qro., con los que se presentan en las regiones productoras de lechuga en los estados de California y Florida de E.U.A., nos hicieron suponer que se trataba del mismo microorganismo, por lo que las pruebas para caracterizar el patógeno se basaron en las reportadas para *Rhizomonas suberifaciens*, bacteria que ha sido reconocida como la causante del síntoma de Corky root en E.U.A. (van Bruggen, 1990a)

Al llevar a cabo las pruebas bioquímicas a la cepa aislada, pudimos constatar que la gran mayoría de estas se ajustaba a lo reportado para *R. suberifaciens*, siendo únicamente la hidrólisis de tween 80 la que no coincidió, lo cual pudo deberse a la manipulación de la cepa dentro del laboratorio; no obstante, la coincidencia de la mayoría de las características y los resultados de las pruebas de patogenicidad nos dieron los elementos necesarios para determinar que se trata del mismo patógeno.

Por lo que cabría preguntarse, aún sin ser objeto de esta investigación, si la bacteria fue introducida a esta zona de áreas con antecedentes de CR ó si es un habitante natural del suelo que al presentarse las condiciones propias de la

practica de un monocultivo en este caso de lechuga por un período de más de cuatro años, empieza a manifestarse como un problema. La introducción del patógeno es una posibilidad, por la importación de la semilla de lechuga, la cual es una actividad común entre los productores de hortalizas y de las mismas empresas semilleras que movilizan este tipo de material con el fin de traer nuevas y mejores variedades, algunos productores mencionan que la planta se contamina en el invernadero por lo que llega enferma al campo; sin embargo, este aspecto no ha sido estudiado, por lo que se tendrán que hacer trabajos de investigación para saber si *R. suberifaciens* se transmite por semilla.

Por otra parte, si el patógeno ya se encuentra establecido, las practicas de monocultivo de lechuga, que promueven la repetición de una dosis de fertilización nitrogenada 3 ó 4 veces por año, así como, riegos constantes y la incorporación de residuos de las mismas plantas, aunado a temperaturas mayores de 18°C durante varios ciclos, son aspectos que favorecen la diseminación y desarrollo de esta bacteria y otros microorganismos.

El otro objetivo que se planteó en este trabajo fue proponer alternativas de manejo para el control de CR en las zonas productoras de lechuga de los estados de Querétaro y Guanajuato, seleccionando un predio con antecedentes de esta enfermedad. El haber comparado la variedades Salinas 128 y Sharp shooter 2418 consideradas como susceptible y tolerante al CR, respectivamente y evaluado simultáneamente el efecto de los tratamientos nos sirvió para conocer el comportamiento de la variedades sometidas a una fuerte presión del patógeno, observar la eficacia de los productos y establecer relaciones de beneficio costo con base en los resultados.

Analizando los valores medios de los porcentajes de infección de las interacciones en las cuatro fechas de evaluación (Figura 4), podemos observar en primer termino que la interacción entre la variedad susceptible y el testigo absoluto tuvo los niveles de infección más altos en todos los casos, seguido de

las interacciones entre la misma variedad y los tratamientos de incorporación de paja de cebada e Intermycin, esto se presentó de manera constante en las primeras tres evaluaciones. En las interacciones de los tratamientos con la variedad tolerante, la que presentó los mayores porcentajes de infección fue donde se incorporó paja de cebada, la cual alcanzó una incidencia por encima del testigo absoluto de esta variedad, cuando se esperaba que la incidencia fuera baja, debido a que al efectuarse el proceso de descomposición se favorece el desarrollo de organismos antagónicos; con lo cual se confirma hasta cierto punto lo encontrado por van Bruggen *et al.* (1990b), de que se requiere de la siembra de cereales por períodos prolongados.

El comparar las dos variedades bajo condiciones similares, nos permitió observar y diferenciar el comportamiento de cada una de ellas, el testigo absoluto de la variedad Sharp shooter mostró niveles de daño considerablemente más bajos que la variedad Salinas en la primeras tres fechas de evaluación (Figura 4) y no fue hasta la última evaluación, etapa cercana a la cosecha, cuando presentó una severidad mayor al 30%, por lo que estos daños no trascendieron, mientras que en la variedad susceptible los porcentajes de infección llegaron a ser hasta del 50 % a los 30 días después del transplante, lo que provocó más adelante la muerte de algunas plantas o un desarrollo deficiente. Esto nos hace suponer que la etapa crítica de la enfermedad se da desde el transplante, cuando la plántula se expone al inóculo, permaneciendo en contacto con el hasta la formación de la cabeza. van Bruggen y Rubatzky (1992), indican que posiblemente las aberturas naturales de la raíz principal al darse el brote de las raíces secundarias sea un punto de entrada que aprovecha el patógeno, de ahí la importancia de que el cultivo muestre tolerancia cuando la planta es joven.

Por otra parte, O'Brien y van Bruggen (1992b), señalan que las variables desarrollo y producción están estrechamente relacionadas con los factores de tolerancia y susceptibilidad de cultivares de lechuga, ya que cuando

compararon la producción de lechuga de una variedad tolerante (440-8) sembrada en un suelo infestado naturalmente con *R. suberifaciens*, contra la producción de una variedad susceptible (Salinas), pero establecida en un suelo no infestado, no hubo diferencias significativas en el desarrollo de la planta. Este estudio, también señala que las reducciones significativas por CR no ocurren hasta 20-30 días después de aparecer el primer síntoma, esto explica que si la variedad tolerante es capaz de retardar la aparición de síntomas por más tiempo, la planta se desarrollará satisfactoriamente hasta la cosecha, lo cual se pudo comprobar en este experimento, ya que la variedad Sharp shooter presentaba a los 40 días de transplantada un porcentaje de severidad de daño de 17.5% y logró un rendimiento estimado de 23.506 Ton/ha, mientras que la variedad Salinas presentó un 68.33% en la misma época, consiguiendo una producción de 10.343 Ton/ha, que corresponde únicamente al 47.7% de la media regional (SAGAR, 1998).

La fisiología del proceso de la enfermedad no es bien conocido aún, pero O'Brien y van Bruggen (1992b) suponen que la infección de CR ocasiona un desbalance hormonal, resultado de la hipertrofia e hiperplasia de la raíz, que deteriora el sistema de conducción de agua y nutrientes.

Otro aspecto importante relacionado con el uso de variedades tolerantes a una determinada enfermedad, es la dinámica de población del patógeno y sus consecuencias ecológicas y epidemiológicas, O'Brien y van Bruggen (1991), realizaron un experimento donde evaluaron la población de *R. suberifaciens*, resistente a rifampicina a los 6, 12, 18 y 24 días después de la inoculación, sobre raíces de las variedades de lechuga susceptibles y tolerantes comparados con lechuga silvestre (*Lactuca serriola* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.), en todas las fechas, la variedad "Salinas" presentó las poblaciones más altas de la bacteria. La lechuga silvestre y la variedad resistente '440-8' presentaron una población similar. La cebada tuvo las más bajas densidades en tres de las cuatro fechas evaluadas. La importancia de su investigación radicó

en que, al establecer materiales resistentes y/o tolerantes de manera extensiva es probable que se incremente la presión de selección de cepas con genes de mayor virulencia, siendo los que finalmente predominen.

Los autores indican que no obstante, que las variedades de lechuga tolerantes a CR han sido sembradas por alrededor de tres años en las zonas de California, no se ha observado aún una nueva cepa de *R. suberifaciens* con mayor virulencia; sin embargo, considerando que dicha característica esta basada en un solo gene, no se descarta la posibilidad de que aparezca una nueva cepa que rompa con la misma, como lo sucedido en numerosas ocasiones cuando la resistencia o tolerancia esta conferida por un solo gene (Vanderplank, 1975).

En este caso la aplicación de los antibióticos al momento del transplante y a los 10 y 20 días después del mismo, tuvo su efecto durante los primeros 30 días cuando se llevo a cabo la primera evaluación, sobre todo el Bactrol, pero finalmente en la variedad susceptible sus niveles de infección se elevaron demasiado incluso no se diferenciaron estadísticamente del testigo absoluto (Figura 5). En el caso de la aplicación de estos tratamientos a la variedad tolerante, los resultados fueron estadísticamente iguales si se utilizara únicamente dicha variedad, por lo que esta combinación no representó ninguna alternativa, bajo el esquema empleado, pero quizás si se aumentará el número de aplicaciones y se extendieran a una etapa fenológica previa a la formación del repollo, su efecto se incremente, pero, como el daño de la bacteria se concentra en la raíz, los antibióticos deben mostrar una gran capacidad de movilización dentro de la planta para llegar hasta el patógeno. Aunado a esto, su baja persistencia y residualidad hacen necesario que su aplicación sea contante y en períodos cortos.

En esta investigación en particular y de acuerdo con los resultados obtenidos, la fumigación con los productos Lucafum (metam sodio) y Basamid (dazomet)

fueron la mejor alternativa para el control de la enfermedad CR. Desde la primera evaluación hasta la última se mantuvieron dentro de los más bajos porcentajes de infección, incluso las parcelas tratadas con Lucafum, tanto en la variedad tolerante como en la susceptible en todas las fechas de evaluación, presentaron niveles de severidad de daño iguales estadísticamente.

En lo que respecta, a la eficacia estos tratamientos se mantuvieron claramente por arriba de los demás lo cual se apreció mejor en las evaluaciones con la variedad susceptible.

El efecto de estos tratamientos es alentador si se toman en cuenta las restricciones y limitaciones que empieza a tener el uso de Bromuro de Metilo, por los efectos que ocasiona al ambiente y las múltiples limitaciones que genera, como la necesidad de colocar plástico (polietileno) en el terreno para evitar su pérdida, la toxicidad del producto para los aplicadores y la posibilidad de brominas en los tejidos vegetales y el suelo, hacen necesario la búsqueda de productos alternativos. En cambio el uso de ingredientes activos como el Metam Sodio y Dazomet no presentan la problemática antes mencionada. Por que no es indispensable el uso de e cubiertas de plástico y no se ha demostrado que dejen residuos en el suelo y además son menos tóxicos para el aplicador. El Dazomet es un producto granular que puede ser aplicado con una simple espolvoreadora e incorporado con rotador y el Metam Sodio es un producto líquido que se puede incorporar en el riego por goteo o ser aplicado por aspersión; la desventaja más grande de ambos productos, es su lenta difusión en suelos con temperaturas bajas y textura fina.

Por otra parte, siempre es bueno contar con alternativas para el manejo de una enfermedad, cabe decir que en algunas ocasiones las variedades tolerantes no son del todo aceptadas en el mercado, en este sentido el productor comentó que la variedad tolerante utilizada en este experimento difiere de la comúnmente utilizada, el ciclo de vida es un poco más prolongado y el repollo

ligeramente más grande, lo cual, provocaría al productor a modificar su programación de las fechas de siembra, distribución y probablemente también repercuta en el mercado.

Las marcadas diferencias que presentaron el Lucafum y el Basamid con respecto a los otros tratamientos, nos revelan la importancia que siguen teniendo los fumigantes para combatir patógenos del suelo y por otra parte, nos señalan la necesidad de experimentar con otro tipo de formulaciones que no sean precisamente gases que requieren de una mayor infraestructura.

Después de haber analizado el comportamiento de las variedades y la respuesta a los tratamientos de manera independiente, la interacción fue un fenómeno que se presentó en los análisis de varianza de este estudio, es decir, que la combinación de los mejores tratamientos, como lo fueron los fumigantes, con la variedad tolerante resultaron con los menores niveles de infección, siendo estadísticamente diferentes al valor del testigo absoluto de la misma variedad. Esto es importante en el manejo de la enfermedad, por que cada factor demostró su efecto de supresión por sí solo y se complementan para lograr un mejor control.

La tendencia del daño ocasionado por la enfermedad fue creciente, independientemente de las interacciones, de la variedad utilizada o del tratamiento aplicado, esto pudo deberse a la aplicación temprana de los tratamientos, ya que el efecto (residualidad) y consecuentemente la eficacia de los mismos disminuyó conforme transcurrió el tiempo, consideremos que la aplicación de los tratamientos fueron en pretransplante para el caso de los fumigantes y épocas tempranas los antibióticos, cabe resaltar que el efecto de los fumigantes en la variedad susceptible fue suficiente para que las plantas completaran su ciclo normalmente. Por lo que refiere a las plantas de la variedad tolerante, estas alcanzaron sus más altos niveles de infección cuando las plantas estuvieron a punto de cosecharse. Cabe resaltar que, los niveles de

infección en términos generales fueron altos, incluso en el testigo de la variedad Sharp shooter que alcanzo un 39.17% en la ultima observación, lo cual puede tener explicación por los antecedentes de daño severo de CR en los predios donde se llevo a cabo el experimento, mismos que tiene más de cuatro años cultivando lechuga, por lo que el movimiento de suelo de parcelas aledañas al lugar de estudio, por practicas agrícolas y riego, pudieron influir en la contaminación de las parcelas experimentales.

Podemos decir que el uso de variedades tolerantes de lechuga contra CR es una buena medida de control y que su relación beneficio costo es favorable, ya que se dejarían de lado las prácticas y gastos que contemplan la aplicación de productos químicos. Sin embargo, no podemos descartar el uso de fumigantes para combatir microorganismos patógenos del suelo (hongos, bacterias y nemátodos) que adicionalmente puede controlar insectos y malezas y que por otra parte, no requieren de gastos adicionales en infraestructura, tal es el caso del metam sodio que puede ser aplicado en el riego por goteo. Debemos tomar en cuenta que el uso de medidas de control contra cualquier plaga sin agotar su potencial de eficacia biológica, nos brinda la posibilidad de manejar alternativas durante un tiempo mayor.

VII. CONCLUSIONES

- El agente causal de la enfermedad de la pudrición corchosa de la raíz de lechuga en el Rancho la Alameda, Mpio. de Pedro Escobedo, Querétaro, es una bacteria.
- La bacteria que induce la pudrición corchosa, se identificó como *Rhizomonas suberifaciens*.
- La variedad "Sharp shooter" mostró ser tolerante a la enfermedad de la pudrición corchosa, ya que los niveles de infección no mermaron su rendimiento, el cual se estimó en 23.506 Ton/ha.
- La variedad "Salinas 128" susceptible a la pudrición corchosa, presentó niveles de severidad de daño muy altos (63.33%) desde los primeros 30 días de transplantado el cultivo, incidiendo directamente con su rendimiento 10.343 Ton/ha, que corresponde al 47.7% de la media para el Estado de Querétaro.
- Los tratamientos evaluados sobre la variedad susceptible, que presentaron el mayor porcentaje de control fueron los fumigantes Lucafum (500 l/ha) con un promedio de eficacia del 80.22% y un rendimiento estimado de 23.770 Ton/ha; seguido por el Basamid G (400 kg/ha) con un promedio de eficacia del 61.26% y una producción estimada de 22.580 Ton/ha.

VIII. LITERATURA CITADA.

- Alanis L.C.O. 1982. Distanciamiento entre plantas y su efecto sobre rendimiento y calidad de 4 variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), var. capitata. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. UANL. pp. 46-57.
- Allard R. W. 1970. Principles of plant breeding. De. Library of Congress U.S.A. Catalog card number: 60-14240: 22,23
- Alvarez J., Datnoff, L.E. and Nagata, R.T. 1992. Crop rotation minimizes losses from corky root in Florida lettuce. Horticulture Science 27(1):66-68.
- Amin, K. S., and Sequeira, L. 1966. Phytotoxic substances from decomposing lettuces residues in relation to the etiology of corky root rot of lettuce. Phytopathology 56: 1054-1061.
- Anónimo. 1981. Lettuce under glass. Grower Guide. Glower Books. London, G. B. p. 1-2.
- Bensink, J. 1971. On morphogenesis of lettuce leaves in relation to light and temperature. Mededelingen Landbouwtogeschool Wageningen. Nederland. 71-150.
- Bernard, M. y R. Baquias. 1967. La lechuga cultivo y su comercialización. Editorial Oikos-Tay, S.A., España. p. 162-192.
- Brown, P.R. and R.W. Michelmore, 1988. The genetics of corky root resistance in lettuce. Phytopathology. 78: 1145-1150.

- Burholder, W.H. 1954. Three bacteria pathogenic on head lettuce in New York State. *Phytopathology*, 44:592-596.
- Busch, L. V., and G. L. Barron. 1963. Root rot of the head lettuce in Ontario, *Canadian Journal Plant Science*. 43: 166-173.
- Cardona F. y C. E. Romero, 1977. Competencias de malezas en lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. capitata. Ed. Instituto Colombiano Agropecuario, No.12 Bogotá, Colombia. pp. 127.
- Cásseres, E. 1971. Producción de hortalizas. Ed. Herrero Hermanos. México, D.F. pp. 111-128.
- Chupp, Ch., A. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. The Ronald Press Company, N.Y. pp. 348-374.
- Christiansen A. D. y R. J. Lewis. 1987. Mejoramiento de plantas en ambientes poco favorables. Ed. Noriega-Limusa. México, D.F. pp. 73-76
- Cruz G.R.A. 1989. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos (Estiércol y gallinaza) en el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. "Grandes Lagos 407" en Chapingo, Méx. Tesis Profesional. Depto. de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 32-48.
- Datnoff, C.L. and R.T. Nagata. 1992. Relation-ship between corky root disease and yield of crisphead lettuce. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117(1):54-58.
- Díaz A. A. 1977. La lechuga en los estados de Guanajuato y Querétaro. INIA/SARH. Campo Experimental Bajío (CIAB). México.

- Dickson, M. H. 1963. Resistance to corky root in lettuce. Proc. American Society Horticulture Science. 82: 388-390.
- Edmond, J. B. y E. S. Andrews. 1985. Principios de horticultura. 8º edición. Editorial Continental, México.
- FAO. 1981. Agricultural and horticultural seed. Agricultural Studies. Roma, Italia. pp. 135-169.
- Fersini A. 1978. Horticultura práctica. Editorial Diana. México, D.F. pp.175-189.
- FERTIMEX. 1987. Guía nacional de fertilización y combate de plagas. Fertilizantes Mexicanos, S.A. México. D. F. pp. 34-42.
- García, P. A. 1967. La lechuga, el cultivo y comercialización. Tratados de Especialización Agrícolas. Barcelona, España. Oikos TAU, S.A. p 216.
- Garza L. J. M. 1981. Apuntes para el curso de hortalizas. Departamento de Fitotecnia. U. A. Ch. Chapingo, México.
- Garza L.J.M. 1984. Las hortalizas cultivadas en México: características botánicas. Departamento de Fitotecnia, U.A.Ch. Chapingo, México.
- González G. J. F. 1976. Prueba comparativa de adaptación y rendimiento de seis variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con nueve fechas diferentes de siembra en la región de General Escobedo, N. L. Tesis Profesional. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. UANL. pp. 57-71.

- Goto, 1992. Fundamentals of Bacterial Plant Pathology. Academic Press, Inc. E.U.A.
- Grogan, R. G., Patterson, C. L., and Campbell, R. N. 1986. Economically important diseases of lettuce. Plan Dis. 70:982-987.
- Guenkov, G. 1974. Fundamentos de la horticultura cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. p. 321-327.
- Haenseler, C. M. 1945. Diseases of lettuce and other vegetables observed in Northern New Jersey. Plant Dis. Rep. 29: 256-257.
- Hall, H., S. Wada, and R. E. Voss. 1975. Growing lettuce. Vegetable gardening, Division of Agricultural Science, University of California, U. S. A. pp. 14-25.
- Hartnett, J. P. and J. W. Lorbeer. 1971. The production of a noninfectious lettuce root rot under controlled enviromental and soil conditions. Phytopathology 61: 1153-1158.
- Hawthorne, B.T. 1974. 1974. *Sclerotinia minor* on lettuce: effect of plat growth on suceptibility to infection. N.Z.J., Agriculture Research. 47:387-392.
- Hernández C. y A. Burges. 1983. Valor nutritivo de algunos alimentos y combinaciones. Instituto Nacional de la Nutrición. México. p. 26.
- Hoff, J.K. and A.G. Newman. 1960. Corky root rot of iceberg lettuce on the mucklands of New York. Plant Disease Rptr. 44: 333-339.
- Huber, D. M., and R. D. Watson. 1974. Nitrogen form and plants disease. Annu. Rev. Phytopathology. 12: 139-165.

- I.N.I.A./S.A.G. 1969. Guía para la Asistencia técnica agrícola en el CIAB. . México. D.F. pp. 73
- I.N.I.A./S.A.R.H. 1982. Ciclos de cultivo. México, D.F. p.52.
- Juárez G. V. M. 1988. Estudio fenológico de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la zona de Chapingo, México. Tesis Profesional.
- Lindemann, J., H. A. Constantinidou, W. R. Barchet, and C. D. Upper. 1982. Plants as sources of airborne bacteria, including ice nucleation active bacteria. *Applied Environmental Microbiology*. 44:1059-1063.
- Mallar, A. 1978. La lechuga. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. p:61.
- McGovern, R. J., R. K. Horst, and R. S. Dickey. 1985. Effect of plant nutrition on susceptibility of *Chrysanthemum morifolium* to *Erwinia chrysanthemi*. *Plant Disease*. 69: 1086-1088.
- Messiaen, C.M. y R. Lafon. 1968. Enfermedades de las hortalizas. Ed. Oikos-Tau, S.A. España. pp. 273-301.
- Messiaen, C. M., y R. Lafon, 1979. Enfermedades de las hortalizas. Ed. Oikos-Tau, Barcelona España.
- Moreno D. L. 1977. Respuesta de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a tres dosis de fertilización nitrogenada, tres frecuencias de riego y dos láminas de riesgo aplicadas con riego por goteo. Tesis Profesional. Depto. de Fitotecnia. UACH. pp. 13-28.

- Noguchi, M., K. Hoshino, and M. Kikkana. 1981. Analysis of factors determining the vegetable crop yield of temperature on growth and dry matter production of lettuce at different growth stages. Bulletin of the vegetable and ornamental crops. Research Station. 9: 47-62.
- O'Brien, R. D., and van Bruggen, A. H. C. 1990a. Population dynamics of *Rhizomonas suberifaciens* on roots. (Abstr.) Phytopathology 80:891.
- O'Brien, R. D., and A. H. C. van Bruggen. 1990b. A comparison of discrete and continuous disease severity scales for accuracy, precision, and prediction of yield loss caused by corky root of lettuce. (Abstr.) Phytopathology. 80:989.
- O'Brien, R.D. and A.H.C. van Bruggen. 1990c. Soil Fumigation with Dazomet and Methyl Bromide for Control of Corky Root of Iceberg lettuce. Plant Disease 74:1022-1020
- O'Brien, R. D. 1991. Epidemiology of corky root disease of lettuce and population dynamics of the causal agent, *Rhizomonas suberifaciens*. Ph. D. dissertation. University of California, Davis.
- O'Brien, R. D. and A. H. C. van Bruggen. 1991. Populations of *Rhizomonas suberifaciens* on roots of host and nohost plants. Phytopathology 81:1034-1038.
- O'Brien, R. D., K. N. Jochimsen, and A. H. C. van Bruggen. 1991. Lack of survival of *Rhizomonas suberifaciens* on lettuce and barley leaves. Plant Disease. 75:954-957.

- O'Brien, R. D., and A. H. C. van Bruggen. 1992a. Accuracy, precision, and correlation to yield loss of disease severity scales for corky root of lettuce. *Phytopathology*. 82:91-96.
- O'Brien, R. D. and A. H. C. van Bruggen. 1992b. Yield losses to iceberg lettuce due corky root caused by *Rhizomonas suberifaciens*. *Phytopathology* 82:154-159.
- O'Brien, R. D. y A. H. C. van Bruggen. 1993. Effect of temperature on corky root disease on lettuce and growth of the pathogen *Rhizomonas suberifaciens*. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 15 (2):81-90.
- Patterson, C. L., C. M. Waters, and R. G. Grogan. 1981. Factors affecting corky root of lettuce in California. *Phytopathology* 71:898-901.
- Patterson, C. L., R. G. Grogan, and R. N. Campbell. 1986. Economically important diseases of lettuce. *Plant Dis*. 70:982-987.
- Ruth, M. R.; W. M. Franklin. 1975. Hojas comestibles del trópico, Instituto Mayagüezano de Agricultura Tropical, Mayaguez, Puerto Rico. p. 23.
- Ryder, E. J. 1986. Breeding vegetable crops: Lettuce Breeding. Ed. AVI Publishing Co. U.S.A. p. 433-447.
- Ryder, E. J., and W. Waycott. 1994. Crisphead lettuce resistant to Corky Root. Cultivars Glacier and Misty Day and 16 Resistant Breeding Lines. *Horticulture Science*. 29 (4): 335-336.
- SARH. 1993. Sistema Producto Lechuga. México, D.F. p. 37
- SAGAR. 1998. Centro de Estadística Agropecuaria. México, D.F. pp. 9-16.

- Sequeira, L. 1970. Resistance to corky root rot in lettuce. *Plant Disease Report*. 54:754-758.
- S.G. y S.E.Q. 1987. Los Municipios de Querétaro. *Enciclopedia de los Municipios de Querétaro*. Secretaría de Gobernación y Secretaría del Estado de Querétaro. México, D.F. pag. 66-70.
- Smith, K.M. 1972. *A textbook of plant virus diseases*. Academic Press. New York-London. p. 309.
- Thomas, R. C. 1922. A bacterial rosette disease of lettuce. *Ohio Agriculture Experimental Station. Bulletin*. 359: 197-214.
- Tiscornia, J. R. 1975. *Hortalizas de hoja*. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. pp. 84-86.
- van Bruggen, A. H. C., R. G. Grogan, C. P. Bogdanoff, and C. M. Watters. 1988. Corky root of lettuce in California caused by a gram-negative bacterium. *Phytopathology* 78:1139-1145.
- van Bruggen, A. H. C., P. B. Brown, and K. N. Jochimsen. 1989. Corky root of lettuce caused by strains of a gram-negative bacterium from muck soils of Florida, New York, and Wisconsin. *Applied Environmental Microbiology*. 55:2635-2640.
- van Bruggen, A. H. C. 1990. Etiology, epidemiology and control of lettuce corky root. Iceberg Lettuce Research Program, Salinas, CA. *Annual Report 1989-1990*. pp 41-59.

- van Bruggen, A. H. C., K. N. Jochimsen, and P. R. Brown. 1990a. *Rhizomonas suberifaciens*, new genus, new species, the causal agent of corky root of lettuce. *International Journal of Systematic Bacteriology* 40(2):175-188.
- van Bruggen, A. H. C., P. R. Brown, and K. N. Jochimsen. 1990b. Host range of *Rhizomonas suberifaciens* the causal agent of corky root of lettuce. *Plant Disease* 74(8):581-584.
- van Bruggen, A.H. C., P. R. Brown, and A. S. Greathead. 1990c. Distinction between infectious and non-infectious corky root of lettuce in relation to nitrogen fertilizer. *Journal of American Society for Horticultural Science* (1990) 115: 762-770.
- van Bruggen, A.H.C., and V. E. Rubatzky. 1992. Use of transplants instead of direct seeding to reduce corky root severity and losses due to corky root in iceberg lettuce. *Plant Disease*. 76:703-708.
- Vanderplank, J. E. 1975. *Principles of plant infection*. Academic Press New York. pp. 63-78.
- Vavilov, N. I. 1951. *The origin, variation, inmuty and breeding of cultivated plats*. (Trad. Starr Chester). The Ronals Press Co. N.Y., U.S.A. pp. 95-116.
- Verdugo F. L.; Fucikovsky Z. 1980. Algunos factores relacionados con el control de *Whetzalinia sclerotiorum* (Lib.) Korf and Dumont, agente causal del moho blanco del frijol. *Agrociencia* No. 39. Rama de Fitopatología. Chapingo, México. p. 5.

- Villarreal L.A. 1985. Supervivencia, dispersión y patogenicidad de *Erwinia carotovora* (Jones) Berg y su relación con *Sclerotium rolfsii* Sacc. y *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de By. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México. p. 6.

- Walker J.C. 1959. Enfermedades de las hortalizas. Salvat editores, S.A. España. pp. 207-249.

- Whitaker, W.; E. J. Ryder y O. A. Hills. 1965. La lechuga y su producción. U.S.D.A. Centro regional de Ayuda Técnica, A.I.D., México (Manual de agricultura No. 221). pp. 10-12.

IX. APENDICE

Cuadro 13. Valores de los porcentajes de severidad de daño y eficacia en la primera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

FECHA=1 BLO=1				
Obs.	Trat	Var	%Sev	%Efica.
1	1	r	0.0000	100.000
2	1	s	11.6667	82.500
3	2	r	0.0000	100.000
4	2	s	0.0000	100.000
5	3	r	10.0000	0.000
6	3	s	30.0000	55.000
7	4	r	0.0000	100.000
8	4	s	8.3333	87.500
9	5	r	1.6667	49.999
10	5	s	6.6667	90.000
11	6	r	3.3333	0.000
12	6	s	66.6667	0.000

FECHA=1 BLO=2				
Obs.	Trat	Var	%Sev	%Efica.
13	1	r	0.0000	0.000
14	1	s	0.0000	100.000
15	2	r	3.3333	0.000
16	2	s	1.6667	97.222
17	3	r	8.3333	0.000
18	3	s	36.6667	38.889
19	4	r	3.3333	0.000
20	4	s	5.0000	91.667
21	5	r	5.0000	0.000
22	5	s	43.3333	27.778
23	6	r	0.0000	0.000
24	6	s	60.0000	0.000

Cuadro 14. Valores de los porcentajes de severidad de daño y eficacia en la segunda fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

FECHA=2 BLO=1				
Obs.	Trat	Var	%Sev	%Efica.
25	1	r	16.6667	16.6667
26	1	s	45.0000	32.5000
27	2	r	23.3333	0.0000
28	2	s	20.0000	70.0000
29	3	r	30.0000	0.0000
30	3	s	63.3333	5.0000
31	4	r	11.6667	41.6667
32	4	s	25.0000	62.5000
33	5	r	25.0000	0.0000
34	5	s	41.6667	37.5000
35	6	r	20.0000	0.0000
36	6	s	66.6667	0.0000

FECHA=2 BLO=2				
Obs.	Trat	Var	%Sev	%Efica.
37	1	r	8.3333	44.4444
38	1	s	28.3333	59.5238
39	2	r	20.0000	0.0000
40	2	s	21.6667	69.0476
41	3	r	36.6667	0.0000
42	3	s	66.6667	4.7619
43	4	r	13.3333	11.1111
44	4	s	13.3333	80.9524
45	5	r	26.6667	0.0000
46	5	s	46.6667	33.3333
47	6	r	15.0000	0.0000
48	6	s	70.0000	0.0000

Cuadro 15. Valores de los porcentajes de severidad de daño y eficacia en la tercera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

FECHA=3 BLO=1				
Obs.	Trat	Var	%Sev	%Efica.
49	1	r	25.0000	0.0000
50	1	s	28.3333	63.8298
51	2	r	18.3333	0.0000
52	2	s	15.0000	80.8511
53	3	r	33.3333	0.0000
54	3	s	60.0000	23.4042
55	4	r	23.3333	0.0000
56	4	s	45.0000	42.5532
57	5	r	18.3333	0.0000
58	5	s	45.0000	42.5532
59	6	r	13.3333	0.0000
60	6	s	78.3333	0.0000

FECHA=3 BLO=2				
Obs.	Trat	Var	%Sev	%Efica.
61	1	r	18.3333	0.0000
62	1	s	25.0000	69.3878
63	2	r	18.3333	0.0000
64	2	s	8.3333	89.7959
65	3	r	35.0000	0.0000
66	3	s	68.3333	16.3266
67	4	r	15.0000	0.0000
68	4	s	41.6667	48.9796
69	5	r	13.3333	0.0000
70	5	s	56.6667	30.6123
71	6	r	11.6667	0.0003
72	6	s	81.6667	0.0000

Cuadro 16. Valores de los porcentajes de severidad de daño y eficacia en la cuarta fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

FECHA=4 BLO=1				
Obs.	Trat	Var	%Sev	%Efica.
73	1	r	25.0000	31.8182
74	1	s	50.0000	36.1702
75	2	r	21.6667	40.9091
76	2	s	28.3333	63.8298
77	3	r	50.0000	0.0000
78	3	s	76.6667	2.1276
79	4	r	28.3333	22.7273
80	4	s	75.0000	4.2553
81	5	r	43.3333	0.0000
82	5	s	73.3333	6.3829
83	6	r	36.6667	0.0001
84	6	s	78.3333	0.0000

FECHA=4 BLO=2				
Obs.	Trat	Var	%Sev	%Efica.
85	1	r	28.3333	32.0001
86	1	s	46.6667	46.1539
87	2	r	26.6667	36.0001
88	2	s	25.0000	71.1539
89	3	r	40.0000	4.0001
90	3	s	73.3333	15.3846
91	4	r	28.3333	32.0001
92	4	s	70.0000	19.2308
93	5	r	46.6667	0.0000
94	5	s	70.0000	19.2308
95	6	r	41.6667	0.0001
96	6	s	86.6667	0.0000

Cuadro 17. Análisis de varianza de los porcentajes de severidad de daño en el cultivo de lechuga para la primera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	0.00334491	0.00334490	2.39	0.3656
Variedad	1	0.23010411	0.23010411	164.31	0.0496
Error a	1	0.00140046	0.00140046		
Tratamiento	5	0.30677075	0.06135415	7.99	0.0029
Var*Trat	5	0.26149304	0.05229861	6.81	0.0052
Error b	10	0.07678238	0.00767824		
Total	23	0.87989566			

Coefficiente de Variación = 68.95124

Media del % de severidad de daño = 12.708336

Cuadro 18. Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos en el cultivo de lechuga para la primera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	0.69851824	0.69851824	1.99	0.3929
Variedad	1	0.73694756	0.73694756	2.10	0.3849
Error a	1	0.35175904	0.35175904		
Tratamiento	5	1.84429243	0.36885849	4.62	0.0191
Var*Trat	5	0.16142211	0.03228442	0.40	0.8351
Error b	10	0.79784492	0.07978449		
Total	23	4.59078431			

Coefficiente de Variación = 60.49747

Media del % de severidad de daño = 46.689802

Cuadro 19. Análisis de varianza de los porcentajes de severidad de daño en el cultivo de lechuga para la segunda fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	0.00195602	0.00195602	6.76	0.2338
Variedad	1	0.28528935	0.28528935	985.96	0.0203
Error a	1	0.00028935	0.00028935		
Tratamiento	5	0.34121528	0.06824306	23.76	0.0001
Var*Trat	5	0.16991898	0.03398380	11.83	0.0006
Error b	10	0.02872685	0.00287269		
Total	23	0.82739583			

Coeficiente de Variación = 17.03760

Media del % de severidad de daño = 31.458333

Cuadro 20. Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos en el cultivo de lechuga para la segunda fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	0.00580982	0.00580982	0.76	0.5440
Variedad	1	0.48515878	0.48515878	63.28	0.0796
Error a	1	0.00766717	0.00766717		
Tratamiento	5	0.81104463	0.16220893	12.85	0.0004
Var*Trat	5	0.35545075	0.07109015	5.63	0.0100
Error b	10	0.12624032	0.01262403		
Total	23	1.79137146			

Coeficiente de Variación = 47.39055

Media del % de severidad de daño = 23.708676

Cuadro 21. Análisis de varianza de los porcentajes de severidad de daño en el cultivo de lechuga para la tercera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	0.00041667	0.00041667	0.11	0.7952
Variedad	1	0.40041667	0.40041667	106.78	0.0614
Error a	1	0.00375000	0.00375000		
Tratamiento	5	0.33675926	0.06735185	39.11	0.0001
Var*Trat	5	0.33305556	0.06661111	38.68	0.0001
Error b	10	0.01722222	0.00172222		
Total	23	1.09162037			

Coefficiente de Variación = 12.50199

Media del % de severidad de daño = 33.194444

Cuadro 22. Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos en el cultivo de lechuga para la tercera fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	0.00001522	0.00001522	1.00	0.4999
Variedad	1	1.07650815	1.07650815	70783.04	0.0024
Error a	1	0.00001521	0.00001521		
Tratamiento	5	0.47792077	0.09558415	55.53	0.0001
Var*Trat	5	0.47792311	0.09558462	55.53	0.0001
Error b	10	0.01721354	0.00172135		
Total	23	2.04959600			

Coefficiente de Variación = 19.58986

Media del % de severidad de daño = 21.178915

Cuadro 23. Análisis de varianza de los porcentajes de severidad de daño en el cultivo de lechuga para la cuarta fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	0.00004630	0.00004630	0.04	0.8743
Variedad	1	0.47226852	0.47226852	408.04	0.0315
Error a	1	0.00115741	0.00115741		
Tratamiento	5	0.41527778	0.08305556	57.87	0.0001
Var*Trat	5	0.11925926	0.02385185	16.62	0.0001
Error b	10	0.01435185	0.00143519		
Total	23	1.02236111			

Coefficiente de Variación = 7.771044

Media del % de severidad de daño = 48.750000

Cuadro 24. Análisis de varianza de los porcentajes de eficacia de los tratamientos en el cultivo de lechuga para la cuarta fecha de evaluación en el Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	0.01866716	0.01866716	1.80	0.4075
Variedad	1	0.02972615	0.02972615	2.87	0.3394
Error a	1	0.01035124	0.01035124		
Tratamiento	5	0.86376135	0.17275227	130.80	0.0001
Var*Trat	5	0.10851796	0.02170359	16.43	0.0002
Error b	10	0.01320733	0.00132073		
Total	23	1.04423120			

Coefficiente de Variación = 18.04408

Media del % de severidad de daño = 20.140624

Cuadro 25. Análisis de varianza de la variable respuesta peso seco en el cultivo de lechuga, Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	0.3266667	0.3266667	0.11	0.7952
Variedad	1	340.5066667	340.5066667	115.82	0.0590
Error a	1	2.9400000	2.9400000		
Tratamiento	5	492.5933333	98.5186667	104.66	0.0001
Var*Trat	5	136.5933333	27.3186667	29.02	0.0001
Error b	10	9.4133333	0.9413333		
Total	23	982.3733333			

Coefficiente de Variación = 4.916672

Media de peso seco = 19.7333333

Cuadro 26. Análisis de varianza de la variable respuesta peso fresco en el cultivo de lechuga, Mpio. de Pedro Escobedo, Qro. 1998.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	1	92.04167	92.04167	3.77	0.3027
Variedad	1	291501.04167	291501.04167	11945.95	0.0058
Error a	1	24.40167	24.40167		
Tratamiento	5	411806.92833	82361.38567	9925.85	0.0001
Var*Trat	5	123490.84833	24698.16967	2976.52	0.0001
Error b	10	82.97667	8.29767		
Total	23	826998.23833			

Coefficiente de Variación = 0.485837

Media de peso seco = 592.90833