

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS – I.A.S.A.
“GRAD. CARLOMAGNO ANDRADE PAREDES”

**DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE
ENFERMEDADES BACTERIANAS DEL TOMATE RIÑÓN
(*Lycopersicon sculentum*), CULTIVADO BAJO
INVERNADERO EN DOCE ÁREAS DE LA CORDILLERA
CENTRAL DEL ECUADOR.**

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TERRY FAUSTO GUEVARA BLACK
NORMA MARITZA ESTRELLA COELLO

Sangolquí, Noviembre de 2008.

I.A.S.A.

II

EXTRACTO

[dos líneas en blanco]

(ALINEADO DESDE LA IZQUIERDA, MAYUSCULAS, ARIAL o TIMES NEW
ROMAN, tamaño 12, NEGRILLA)

III

ABSTRACT

IV

CERTIFICACION

Ing. Agr. M.Sc Abraham Oleas

Ing. Flavio Padilla Badillo

Certifican:

Que el trabajo titulado “**DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ENFERMEDADES BACTERIANAS DEL TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicon sculentum*), CULTIVADO BAJO INVERNADERO EN DOCE ÁREAS DE LA CORDILLERA CENTRAL DEL ECUADOR.**” realizado por TERRY FAUSTO GUEVARA BLACK y NORMA MARITZA ESTRELLA COELLO, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a relevancia se recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat(pdf). Autorizan a NORMA MARITZA ESTRELLA COELLO y TERRY FAUSTO GUEVARA BLACK que lo entregue a la Ing. Patricia Falconí Salas, en su calidad de Coordinador de la Carrera.

Sangolquí, 6 de noviembre del 2008

Ing. Agr. M.Sc Abraham Oleas

DIRECTOR

Ing. Flavio Padilla Badillo

CODIRECTOR

V

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

TERRY FAUSTO GUEVARA BLACK
NORMA MARITZA ESTRELLA COELLO

Declaramos que:

El proyecto de grado denominado “**DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ENFERMEDADES BACTERIANAS DEL TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicon sculentum*), CULTIVADO BAJO INVERNADERO EN DOCE ÁREAS DE LA CORDILLERA CENTRAL DEL ECUADOR.**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

TERRY GUEVARA BLACK

NORMA ESTRELLA COELLO

VI

AUTORIZACIÓN

Nosotros;

TERRY FAUSTO GUEVARA BLACK
NORMA MARITZA ESTRELLA COELLO

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “**DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ENFERMEDADES BACTERIANAS DEL TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicon sculentum*), CULTIVADO BAJO INVERNADERO EN DOCE ÁREAS DE LA CORDILLERA CENTRAL DEL ECUADOR.**” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 6 de noviembre del 2008

TERRY GUEVARA BLACK

NORMA ESTRELLA COELLO

VII

DEDICATORIA

A las dos mujeres,

Que son lo más importante de mi vida,

Rosi, gracias por ser Madre, Guía y Ejemplo.

Sisi, gracias por ser Sueño e Inspiración.

A la memoria de,

Antonio Hamilton Black Llerena

Terry G. Black

VIII

El presente Proyecto de Tesis esta dedicado a mis padres Norma y Luís, autores de mi vida, quienes supieron encaminar mis pasos en la dirección que ellos mismos han seguido; hoy puedo asegurar que su optimismo, esfuerzo y sacrificio empiezan a reflejarse en mi vida, una de sus obras maestras.

También esta dedicado a mi angelito Nicolás, milagro de la vida, quien desde el primer día que estuvo en mi vientre me enseñó el verdadero significado de la vida, trascender; desde la obra de mi familia, pasando por la mía y ahora proyectada en su existencia, un cúmulo de principios que lo desafían a inscribirse en la historia, como el ser humano solidario que todos anhelamos ser.

Finalmente, esta dedicado al compañero de mi vida Roberto, amigo y complemento, con quien he caminado a través de senderos de dicha y adversidad, aprendiendo en cada paso que el sol puede entristecer tanto, como la lluvia alegrar; persona grata con quien prefiero transitar este hermoso sueño que es vivir.

Norma Estrella C

IX

AGRADECIMIENTO

Los Autores de este Proyecto de Tesis agradecen a la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), al Centro de Investigaciones Científicas del Ejército (CICTE), Centro de Investigaciones y Transferencia de Tecnología de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias por el financiamiento y las facilidades dadas para la satisfactoria realización de esta investigación.

Agradecemos a los agricultores, técnicos y productores por acceder a contestar nuestras interrogantes y permitirnos el acceso a sus unidades de producción.

Agradecimientos al Sr. Ing. Jorge Álvarez, Gerente General de “El Agro S.A.” por la donación de los cultivares empleados en los estudios y al Sr. Ing. Hernán Naranjo por su donación.

Especiales agradecimientos al Ing. Abraham Oleas, por su dirección y apoyo, sin los cuales no hubiere sido posible la realización del presente trabajo; al Ing. Flavio Padilla, por guía a lo largo del proyecto; al Ing. Gabriel Suárez, por sus acertadas comentarios y sugerencias; a la Srta. Irene Quinatoa por su invaluable ayuda en la realización del proyecto de tesis; al Ing. César Falconí por su colaboración en la revisión del texto escrito; a los Srs. Lic. Marco Taco, Dr. Juan Carlos Giacometti, Srta. Lilián Maila y a los estudiantes del módulo de reconocimiento de enfermedades de plantas y fitosanitarios, por el técnico brindado en cada una de las pruebas.

Los Autores

X

Les doy las gracias:

A mi Madre, Rosa Black Aguirre, por el incondicional amor, apoyo, consejo, sacrificio y comprensión.

A mi Abuelo, Antonio Hamilton Black Llerena, por enseñarme que el trabajo duro sólo es válido si lo repites día a día.

A Martita, por ser mi segunda madre.

A mi Maestro, Abraham Oleas, por todos estos años de tutela, guía y camaradería.

A mis Hermanos Francisco, Erick y al resto de mi familia por confiar en mí.

A mis Maestras y Amigas Gabriela Castillo, Diana Flores, Nubia Grijalva, por enseñarme todo lo que sabían.

A mis Amigos:

Irene Quinatoa, gracias por toda tu ayuda, empatía, consejo y compañía.

María Hidalgo, gracias por demostrarme que para ser grande necesitas dejar de lado la soberbia.

María Augusta Freire, gracias por enseñarme el valor de la lealtad.

Adriana Salazar, gracias por enseñarme que nunca debemos dejar de ser niños

Alejandra Meza, gracias por enseñarme el valor de la autenticidad.

Andrés Valencia, gracias mi buen amigo, por enseñarme el valor de la amistad.

Gabriela Manzano, gracias por dejarme caminar contigo

Leonardo Chalco, gracias por mostrarme el camino hacia la libertad

Daniela Riofrío, gracias por recordarme el valor de la inocencia.

Daniela Ruiz, gracias por enseñarme a no desfallecer ante el trabajo duro.

Norma Estrella, gracias por compartir este camino.

A quienes no he recordado nombrar y que aún así se sienten felices por mí.

Terry G. Black

XI

Agradezco de todo corazón a:

Dios, alfa, omega, origen y final de nuestra existencia; por propiciar las circunstancias que me llevaron a alcanzar mi anhelada meta profesional.

A mis padres Norma Coello y Luis Estrella por su ejemplo de lucha y perseverancia; en especial por el cuidado y dedicación que brindaron a mi preciado tesoro, Nicolás; permitiéndome así, realizar mis estudios con toda seguridad y tranquilidad. Gracias

Nicolás, hijo mió, porque me inspiras y desafías diariamente a ser mejor persona. Gracias a mis hermanos Verónica, David, Daniel, Alejandra y sus respectivas familias, por sus buenos deseos y ayuda oportuna.

A mi esposo Roberto Guallichico, por demostrar ser un hombre progresista; por ver mas allá de los convencionalismos machistas e impulsarme moral, intelectual y económicamente a culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Al Sr. Ing. Abraham Oleas, científico, maestro, amigo, gracias por su don de gente y por la invitación a formar parte de este excelente proyecto; con el cual complementé mi formación, solo gracias a su acertada guía. Gracias a los Srs. Lic. Marco Taco, Dr. Juan Carlos Giacometti, Srta. Irene Quinatoa, por su amistad y su grandiosa ayuda durante el proceso de investigación.

Y gracias mil a todos mis amigos, quienes estuvieron conmigo a lo largo de mi vida estudiantil, ayudándome incondicionalmente.

Norma Estrella C.

XII

HOJA DE LEGALIZACION DE FIRMAS

ELABORADO POR

**NORMA MARITZA ESTRELLA COELLO
TERRY FAUSTO GUEVARA BLACK**

**DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

ING PATRICIA FALCONI

DELEGADO UNIDAD DE ADMISION Y REGISTRO

**AB. CARLOS OROZCO
SECRETARIO ACADÉMICO]**

Sangolquí, Noviembre del 2008

XIII

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. <i>Solanum lycopersicum</i> L.....	4
3.1.1. Importancia.....	6
3.1.2. Origen y Distribución.....	9
3.1.3. Ubicación Taxonómica.....	11
3.1.3.1. La familia Solanaceae.....	12
3.1.4. Morfología.....	14
3.1.5. Variedades.....	20
3.1.5.1 Tomate Híbrido Astona F1.....	22
3.1.5.2 Tomate Híbrido Sheila F1.....	23
3.1.5.3 Tomate Titán F1.....	24
3.1.5.4 Híbrido Gently F1.....	24
3.1.5.5 Híbrido Corvette.....	25

XIX

3.2. MANEJO DEL CULTIVO.....	25
3.2.1 Producción de Semilla.....	25
3.2.2 Producción Plántulas para Transplante.....	27
3.2.3. Trasplante.....	28
3.2.4 Siembra.....	29
3.2.5 Entutorado.....	29
3.2.6 Deshierbas.....	30
3.2.7 Riego.....	31
3.2.8 Podas.....	32
3.2.8.1 Poda de Formación.....	33
3.2.8.2 Poda de Yemas o Chupones.....	34
3.2.8.3 Poda de Hojas, Deshojado o Defoliación..	35
3.2.8.4 Poda de Racimos Florales.....	37
3.2.8.5 Poda Sanitaria.....	37
3.2.9 Aporque.....	38
3.2.10 Cosecha de Tomate.....	38
3.2.11 Producción de Tomate en Invernaderos.....	39
3.3. ENFERMEDADES BACTERIANAS DEL TOMATE.....	41
3.3.1. La Peca Bacteriana.....	41
3.3.1.1 Organismo Causal.....	42
3.3.1.2 Condiciones Ambientales Favorables.....	44
3.3.1.3 Síntomas.....	45
3.3.1.4 Hospederos.....	46
3.3.1.5 Ciclo de la Enfermedad y Epidemiología..	47
3.3.1.6 Control.....	48
3.3.2. El Moteado de la Hoja.....	51
3.3.2.1 Organismo Causal.....	51
3.3.2.2 Condiciones Ambientales Favorables.....	52
3.3.2.3 Síntomas.....	52
3.3.2.4 Hospederos.....	53
3.3.2.5 Ciclo de la Enfermedad y Epidemiología...	53
3.3.2.6 Control.....	54

XX

3.3.3. La Mancha o Sarna Bacteriana.....	55
3.3.3.1 Organismo Causal.....	56
3.3.3.2 Condiciones Ambientales Favorables.....	57
3.3.3.3 Síntomas.....	58
3.3.3.4 Hospederos.....	59
3.3.3.5 Ciclo de la Enfermedad y Epidemiología..	59
3.3.3.6 Control.....	61
3.3.4. La Marchitez Bacteriana.....	63
3.3.4.1 Organismo Causal.....	64
3.3.4.2 Condiciones Ambientales Favorables.....	67
3.3.4.3 Síntomas.....	67
3.3.4.4 Hospederos.....	68
3.3.4.5 Ciclo de la Enfermedad y Epidemiología...	69
3.3.4.6 Control.....	71
3.3.5. El Chancro Bacteriano.....	71
3.3.5.1 Organismo Causal.....	72
3.3.5.2 Condiciones Ambientales Favorables.....	72
3.3.5.3 Síntomas.....	73
3.3.5.4 Hospederos.....	74
3.3.5.5 Ciclo de la Enfermedad y Epidemiología..	75
3.3.5.6 Control.....	76
IV. METODOLOGÍA.....	77
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	77
4.2. MATERIALES Y METODOS.....	78
4.2.1. Toma de información Preliminar.....	78
4.2.2. Muestreo.....	78
4.2.3. Aislamiento.....	80
4.2.4. Identificación del Agente Causal.....	80
4.2.5. Pruebas de Patogenicidad.....	82
4.2.6 Validación de Sensibilidad de Cultivares a la Inoculación de Bacterias Fitopatógenas.....	87

XXI

4.3. PROCESAMIENTO DE RESULTADOS.....	89
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	91
5.1. Procesamiento de información preeliminar.....	91
5.1.1 Tipos de Suelos de los invernaderos encuestados.....	91
5.1.2 Origen de las Plantas utilizadas en los Predios Tomateros	92
5.1.3 Cultivares más utilizados en los Invernaderos de Tomate Encuestados.....	93
5.1.4 Incidencia de la Bacteriosis en los invernaderos sujetos a Muestreo.....	94
5.1.5 Edad de las plantas en los invernaderos encuestados.....	96
5.1.6 Número de Tallos Productivos manejados en los Invernaderos encuestados.....	100
5.1.7 Aplicaciones de Tratamiento Post - Poda en Cultivos de Tomate Riñón.....	102
5.1.8 Distribución de Plantas Infectadas dentro del Invernadero.....	103
5.1.9 Presencia de los Síntomas de Bacteriosis de las Plantas de Tomate de acuerdo a sus Estratos.....	105
5.1.10 Presencia de Lesiones Bacterianas en los Frutos....	106
5.1.11 Presencia de Agua Libre en los Invernaderos Encuestados.....	107
5.1.12 Presencia de Malezas dentro de los Invernaderos Encuestados.....	108
5.1.13 Presencia de Zonas Encharcadas en los Invernaderos Encuestados.....	109
5.2. Aislamiento.....	110
5.3. Muestreo.....	114
5.3.1. Consideraciones sobre la distribución de las plantas en los invernaderos.....	117
5.4. Identificación del agente causal.....	126
5.5 pruebas de patogenicidad.....	134
5.6. Validación de sensibilidad de cultivares.....	150

XXII

VI. CONCLUSIONES.....	158
VII. RECOMENDACIONES.....	160
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	162
IX. ANEXOS.....	173

XXIII

LISTADO DE CUADROS.

Cuadro 3.1	Tabla de Valores Nutricionales del Tomate.....	8
Cuadro 3.2.	Tabla de la Ubicación Taxonómica del Tomate.....	11
Cuadro 3.3.	Tabla de Duración de Ciclos de Variedades de Tomate.....	19
Cuadro 3.4.	Tabla de Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Tomate.....	27
Cuadro 3.5.	Requerimientos térmicos e higrométricos para tomate riñón.....	32
Cuadro 4.1.	Provincias y Cantones donde se Realizó el Levantamiento de Encuestas.....	77
Cuadro 4.2.	Características Culturales y Fisiológicas Empleadas para Caracterizar las Cepas Bacterianas Aisladas.....	81
Cuadro 4.3.	Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA) para Pruebas de Patogenicidad de Cepas Aisladas.....	86
Cuadro 4.4.	Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) Para la Validación de Sensibilidad de Cultivares a la Inoculación de Bacterias Fitopatógenas.....	89
Cuadro 5.1.	Incidencia Media de la Bacteriosis de los Cultivares más utilizados en los Invernaderos de Tomate Encuestados.....	95

XXIV

Cuadro 5.2. Incidencia Media de la Bacteriosis en las Edades de planta en los Predios de Tomate Encuestados..... 98

Cuadro 5.3. Incidencia Media de la Bacteriosis según el Número de Tallos Productivos Manejados en Invernaderos de Tomate Encuestados..... 101

XXIII

Cuadro 5.4. Procedencia del Material Vegetal y Agua a partir del cual se realizaron los Aislamientos..... 110

Cuadro 5.5. Distribución de las Localidades a partir del cual se realizaron los Aislamientos..... 112

Cuadro 5.6. Incidencia de la enfermedad en los Invernaderos Muestreados.. 115

Cuadro 5.7. Incidencia de los Invernaderos Muestreados (Continuación)..... 116

Cuadro 5.8. Valoración de los Ejes utilizados para Graficar la Localización de los Síntomas de Bacteriosis en los Invernaderos Muestreados..... 118

Cuadro 5.9. Géneros Identificados con las Pruebas de Determinación de Agentes Fitopatógenos..... 129

Cuadro 5.10. Distribución Geográfica e Identificación de los Aislamientos Seleccionados para las Pruebas en el Test API 20 E..... 129

Cuadro 5.11. Distribución Geográfica e Identificación de los Aislamientos Seleccionados para las Pruebas en el Test API 20 E (Continuación)..... 130

XXV

Cuadro 5.12. Respuestas de los Aislamientos Seleccionados en el Test API 20E (Primera Parte)..... 131

Cuadro 5.13. Respuestas de los Aislamientos Seleccionados en el Test API 20E (Segunda Parte)..... 132

Cuadro 5.14. Identificación de Géneros Bacterianos causales de Bacteriosis en los Invernaderos Muestreados..... 133

Cuadro 5.15. Identificación de los Tratamientos/Cepas utilizados en las Pruebas de Patogenicidad..... 136

XXIV

Cuadro 5.16. Determinación de la Incidencia de la Bacteriosis provocada por cada Cepa sobre el Cultivar Nemo Netta en diferentes fechas de Evaluación... 138

Cuadro 5.17. Promedios de Calificación de Severidad de Síntomas de Bacteriosis y Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad (ABCDE) de cada Cepa sobre el Cultivar Nemo Netta..... 144

Cuadro 5.18. Promedios de Calificación de Severidad de Síntomas de Bacteriosis de cada Cepa sobre el Cultivar Nemo Netta..... 147

Cuadro 5.19. Análisis de Varianza de las Pruebas de Patogenicidad realizadas con las Cepas Seleccionadas sobre el Cultivar Nemo Netta. Cuadrados Medios 148

Cuadro 5.20. Valores de Pruebas de Significancia para las Cepas empleadas en las Pruebas de Patogenicidad..... 148

XXVI

Cuadro 5.21. Valores de Pruebas de Significancia para las Cepas empleadas en las Pruebas de Patogenicidad (Continuación).....	149
Cuadro 5.22. Cultivares utilizados en la Validación de Sensibilidad a la Inoculación de Bacterias Fitopatógenas.....	150
Cuadro 5.23. Determinación de la Incidencia de la Bacteriosis provocada en los Diferentes Cultivares.....	152
Cuadro 5.24. Promedios de Calificación de Severidad de Síntomas de Bacteriosis y Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad (ABCDE) de cada Cultivar.....	154
Cuadro 5.25. Análisis de Varianza de las Pruebas de Sensibilidad de Cultivares con la Cepa TAB 02 – TIZ 11. Cuadrados Medios.....	156
Cuadro 5.26. Valores de Pruebas de Significancia para las Cepas empleadas en los Ensayos de Sensibilidad Varietal.....	156

LISTADO DE FIGURAS

Figura 3.1. Producción Mundial de Tomate (del Año 2002).....	7
Figura 3.2. Distribución Mundial de las Solanaceas.....	14
Figura 3.3. Tipos de Crecimiento del Tomate.....	16
Figura 3.4. Fotografía Tomate Híbrido Astona.....	23
Figura 3.5. Fotografía Tomate Híbrido Sheila.....	23
Figura 3.6. Fotografía Tomate Titán.....	24
Figura 3.7. Distribución de las Hojas en una Planta de Tomate en Crecimiento.....	36
Figura 4.1. Estratificación en Tercios de una Planta de Tomate.....	79
Figura 4.2. Distribución de las Unidades Experimentales en el Invernadero para Pruebas de Patogenicidad.....	83
Figura 4.3. Distribución de las Unidades Experimentales de la Segunda Fase del Ensayo, en el Invernadero para Pruebas de Patogenicidad.....	84
Figura 4.4. Esquema de la Variante del Sistema Experto en Tomate TOM, para Determinación del Porcentaje de Severidad de Planta Infectada.....	85

Figura 4.5. Escala de Infección de la Enfermedad (Variante del Sistema TOM).....	86
Figura 4.6. Distribución de las Unidades Experimentales para la Validación de Sensibilidad de Cultivares a la Inoculación de Bacterias Fitopatógenas.....	88
Figura. 5.1. Tipos de Suelo presentes en los Invernaderos de Tomate Encuestados..	91
Figura 5.2. Orígenes del Material Vegetal presente en los Invernaderos de Tomate Encuestados.....	92
Figura 5.3. Cultivares más utilizados en los Invernaderos de Tomate Encuestados.....	94
Figura 5.4. Curva de Incidencia Media de la Bacteriosis de los Cultivares más utilizados en los Invernaderos de Tomate Encuestados.....	95
Figura 5.5. Curva de Incidencia Media de la Bacteriosis de los Cultivares Daniela y Nemo Netta.....	96
Figura 5.6. Edades de los cultivos presentes en los Invernaderos de Tomate Encuestados.....	97
Figura 5.7. Incidencia Media de la Bacteriosis en las Edades de planta en los Predios de Tomate Encuestados.....	99
Figura 5.8. Curva de Incidencia Media de la Bacteriosis en las diferentes Edades Planta de los Cultivos en Invernaderos Muestreados.....	99

Figura 5.9. Número de Tallos Productivos Manejados en Invernaderos de Tomate Encuestados.....	100
Figura 5.10. Curva de Incidencia Media de la Bacteriosis según el Número de Tallos Productivos Manejados en Invernaderos de Tomate Encuestados.....	101
Figura 5.11. Aplicaciones de Tratamientos Post-Poda en Invernaderos de Tomate Encuestados.....	102
Figura 5.12. Focalización de Síntomas de Bacteriosis en los Invernaderos de Tomate Encuestados.....	104
Figura 5.13. Focalización de Síntomas de Bacteriosis en las Plantas de Tomate en Invernaderos Encuestados.....	105
Figura 5.14. Presencia de Síntomas de Bacteriosis en Frutos en Invernaderos de Tomate Encuestados.....	106
Figura 5.15. Presencia de Agua Libre en Invernaderos de Tomate Encuestados.....	107
Figura 5.16. Presencia de Malezas en Invernaderos de Tomate Encuestados.....	108
Figura 5.17. Presencia de Zonas Encharcadas en Invernaderos de Tomate Encuestados.....	109
Figura 5.18. Distribución de los Orígenes Botánicos de los Aislamientos Obtenidos en los Muestras.....	113
Figura 5.19. Procedencia de los Aislamientos en Porcentajes.....	113

Figura 5.20. Diagrama de la Distribución y Arreglo de las Plantas presentes en los Invernaderos Muestreados.....	118
Figura 5.21. Distribución de la enfermedad en un Invernadero (ICV 02) de la Provincia de Imbabura. Vista Contorno.....	119
Figura 5.22. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (ICV 02) de la Provincia de Imbabura. Vista a 15%.....	120
Figura 5.23. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (ICV 02) de la Provincia de Imbabura. Vista a 45%.....	121
Figura 5.24. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (PCH 01) de la Provincia de Pichincha. Vista Contorno.....	122
Figura 5.25. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (PCH 01) de la Provincia de Pichincha. Vista a 15%.....	123
Figura 5.26. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (PCH 01) de la Provincia de Pichincha. Vista a 45%.....	123
Figura 5.27. Distribución de la enfermedad en un Invernadero (TPT 02) de la Provincia de Tungurahua. Vista Contorno.....	124
Figura 5.28. Distribución de la enfermedad en un Invernadero (TPT 02) de la Provincia de Tungurahua. Vista a 15%.....	125
Figura 5.29. Distribución de la enfermedad en un Invernadero (TPT 02) de la Provincia de Tungurahua. Vista a 45%.....	125
Figura 5.30. Respuestas de los Aislamientos obtenidos en el Medio B de King.....	126

Figura 5.31. Respuestas de los Aislamientos obtenidos en el Medio Selectivo para <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>.....	128
Figura 5.32. Incidencia de la Bacteriosis de cada Cepa sobre el Cultivar Nemo Netta.....	139
Figura 5.33. Dinámica de la Incidencia de la Bacteriosis producida por las Cepas de la Provincia de Imbabura.....	139
Figura 5.34. Dinámica de la Incidencia de la Bacteriosis producida por las Cepas de la Provincia de Pichincha.....	140
Figura 5.35. Dinámica de la Incidencia de la Bacteriosis producida por las Cepas de la Provincia de Chimborazo.....	140
Figura 5.36. Dinámica de la Incidencia de la Bacteriosis producida por las Cepas de la Provincia de Tungurahua.....	141
Figura 5.37. Distribución de la enfermedad en el Invernadero (Pruebas Patogenicidad). Vista Contorno.....	143
Figura 5.38. Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad (ABCDE) de cada Cepa sobre el Cultivar Nemo Netta.....	145
Figura 5.39. Incidencia de la Bacteriosis provocada en los Diferentes Cultivares.....	152
Figura 5.40. Distribución de la Enfermedad en el Invernadero. (Pruebas Sensibilidad) Vista Contorno.....	153
Figura 5.41. Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad (ABCDE) de cada Cultivar.....	155

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Esquema del Ciclo de Vida de Bacterianas Fitopatógenas del Tomate.....	173
Anexo 2. Formato de Encuesta para Productores, Técnicos y Agricultores de los Invernaderos de las Provincias en Estudio.....	174
Anexo 3. Codificación de los Aislamientos en Estudio.....	175
Anexo 4. Respuesta de los Aislamientos sobre Medio B. de King y Medio de Asilamiento de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>.....	180
Anexo 5. Perfil Bioquímico para la Caracterización de Géneros de Bacterias Fitopatógenas de Tomate.....	183
Anexo 6. Registro de Monitoreo del Ensayo para Pruebas de Patogenicidad con las Cepas Bacterianas en el Invernadero (Cepa Tipo).....	185
Anexo 7. Datos de Severidad (en Porcentaje de Planta) Transformados de las Cepas inoculadas.....	187
Anexo 8. Registro de Monitoreo del Ensayo para Pruebas de Sensibilidad en Cultivares en el Invernadero.....	188
Anexo 9. Datos de Severidad en Porcentajes de la Planta Varietal.....	191

I. INTRODUCCIÓN

El tomate riñón o de mesa (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial debido a su gran difusión comercial, que en los últimos años ha superado su valor como bien agroalimentario, para incursionar en el mercado de nutraceuticos, ya que, el tomate posee dos potentes antioxidantes con propiedades preventivas del cáncer.

Sus frutos se consumen frescos y también son materia prima para la agroindustria, alrededor de ella, se han emprendido diferentes variantes en los cinco continentes. El tomate es una de las plantas que ha sido más investigada por los estudiosos en todos sus aspectos básicos y agrícolas (Sanguinetti, 2003).

Jones *et al* (2001), indican que las enfermedades constituyen el factor limitante en la producción de tomate en muchas partes del mundo, cuando no se utilizan cultivares con resistencia a varias de ellas. Existen cerca de 200 enfermedades del tomate de diversas causas y etiologías, para cuyo control se utilizan cultivares resistentes, así como medidas de exclusión, erradicación y protección en el contexto de un programa de control integrado.

La identificación de una enfermedad, señala Blancard (1996), es un acto esencial porque de él depende a menudo el porvenir de un cultivo. Debe efectuarse, añade, con un máximo de exactitud debido a los numerosos riesgos de confusión que existen.

La incidencia de las bacteriosis del tomate, se encuentran en rangos de menos del 5% a un hasta un 100% y pueden llegar a causar pérdidas económicas por disminución en la cantidad de fruta y como barrera de acceso de producciones afectadas a mercados selectos.

Es importante destacar la diferencia que existe entre la incidencia de enfermedades en el mismo cultivo al aire libre o bajo plástico, debido a que en este último se modifican las condiciones ambientales y aumentan el desarrollo de enfermedades, especialmente las causadas por hongos y bacterias (Besoain citado por Sanguinetti, 2003).

Las Bacteriosis del tomate, son reportadas por Hidalgo & Camino (2003), en Venezuela, Australia, Estados Unidos, Taiwán, Nueva Zelanda, Checoslovaquia, Rusia, Grecia, Brasil y consignan endémica en Israel. Existen reportes además en Turquía, Tanzania, Nigeria y otras naciones.

Este trabajo tiene como objetivo la determinación y caracterización de los agentes causales de las bacteriosis del tomate riñón, cultivado bajo invernadero en doce áreas de la Cordillera Central del Ecuador, centrandos los esfuerzos en las Provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Tungurahua, principales productoras de la hortaliza

a nivel nacional, que en los actuales momentos se encuentra en riesgo por cuanto se desconoce aspectos básicos de los agentes causales.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

- Determinar y caracterizar los agentes causales de las bacteriosis en el tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) cultivado bajo invernadero en doce áreas de la Cordillera Central del Ecuador.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la incidencia de las enfermedades bacterianas, en los invernaderos muestreados en las provincias Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo.
- Caracterizar a los agentes causales de las bacteriosis más comunes en tomate, mediante el uso de pruebas morfológicas y pruebas bioquímicas.

- Analizar el comportamiento varietal frente a la inoculación de aislamientos de bacterias.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 *SOLANUM LYCOPERSICUM L.*

El tomate de riñón es una de las especies de mayor interés dentro del grupo de las hortalizas de fruto, es cultivada en países tropicales y subtropicales, como también bajo invernaderos. Sus sistemas de producción no son sencillos, se puede producir en cualquier época del año, siempre y cuando se disponga de agua de riego y la infraestructura necesaria. Este cultivo es consumido por todo tipo de estrato social por lo cual existe una elevada demanda (Barahona 2000).

El tomate *Solanum lycopersicum L.* (sin. *Lycopersicon esculentu*), es un cultivo que se produce a nivel nacional, tanto en los valles cálidos de la serranía como en el litoral, en la época de verano en Los Ríos y en Manabí. Las provincias donde se cultiva esta hortaliza son: Guayas, Carchi, Loja, Imbabura, Manabí, Chimborazo, Azuay, El Oro, Tungurahua y Pichincha. En la serranía se produce el tomate riñón de mesa y en el litoral el tomate industrial para la elaboración de pasta (SICA s. f. & Rodríguez *et al.* 2001).

En los últimos años el cultivo de tomate riñón, en ambiente protegido se ha incrementado en el Ecuador; existen importantes áreas de producción bajo estas condiciones principalmente en la provincias de Tungurahua y Pichincha, esto ha permitido incrementar los rendimientos de tomate cultivado en campo abierto que generalmente bordea un promedio de 11..5 Tm./ha/ciclo a rendimientos que fluctúan entre 140, 180 hasta 200 Tm./ha/ciclo, utilizando invernaderos, semillas de calidad y un adecuado manejo agronómico (Tigrero & Ortega 2002).

Jaramillo *et al.* (2007) reportan que el rendimiento promedio de las UPA´s colombianas productoras de tomate es de 25 Tm./ha en promedio obtenido en condiciones de producción a campo abierto; desarrollado en zonas con alturas comprendidas entre los 0 y 2.100 m.s.n.m.; es decir, en regiones de climas cálidos a frío moderado; sin embargo, argumentan, que las condiciones climáticas imperantes en estas regiones, principalmente en las épocas de sequía o lluvia, afectan la productividad de los cultivos por los cambios extremos de temperatura y humedad relativa, que favorecen el ataque de plagas y enfermedades; por lo que añade, el productor se ha visto forzado a buscar nuevas alternativas tecnológicas para el cultivo, como es la siembra bajo condiciones protegidas.

El tomate es uno de los cultivos que más riesgo de contaminación presenta debido al uso excesivo de plaguicidas sobre todo para el control de enfermedades, el cual es más

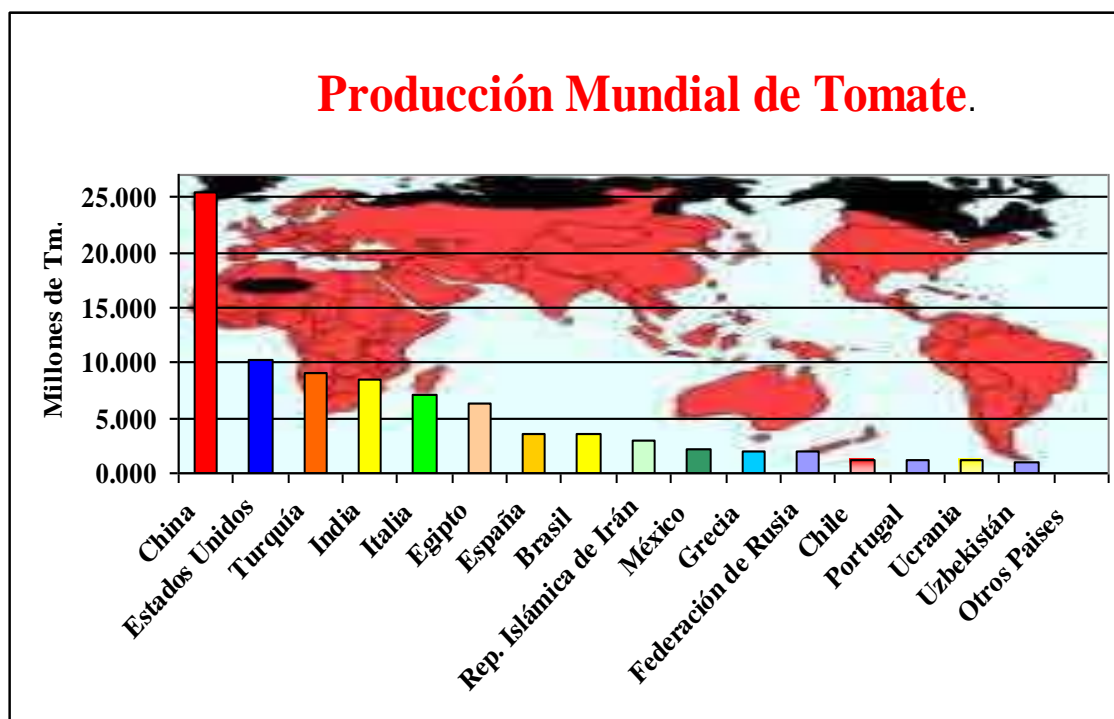
difícil cuando las condiciones meteorológicas son favorables a los patógenos (Salas & Sánchez s. f.).

Un alto porcentaje de los costos de producción está relacionado con la compra y aplicación de insumos, entre ellos los agroquímicos, productos que los tomateros usan de una manera excesiva y que, además de encarecer los costos de producción, causan serios disturbios al medio ambiente y a la salud de los consumidores y de los mismos productores (Jaramillo *et al.* 2007)

Históricamente el mercado del tomate no ha presentado una estacionalidad a través del año en los volúmenes generados y por lo tanto en los precios. Las épocas de mayor y menor oferta están regidas directamente por las lluvias. Por lo tanto para el agricultor, que puede disponer de riego y, no solo tener un apropiado manejo del cultivo sino también una correcta planeación de siembras, el tomate es un cultivo rentable que además de generar empleo le diversifica sus ingresos (Escudero 2004).

3.1.1. Importancia

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada (INFOAGRO 2003).



Fuente: Agroinformación/FAO

Elaboración: Los Autores.

Figura 3.1. Producción Mundial de Tomate (del Año 2002)

Jaramillo *et al.* (2007); reportan que, el tomate es una rica fuente de vitaminas A, B1, B2, B6, C y E, y de minerales como fósforo, potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, sodio, hierro y calcio. Tiene un importante valor nutricional ya que incluye proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico.

En la composición química del tomate se dan grandes variaciones según el cultivar, las condiciones del cultivo, la época de producción, el grado de madurez, el almacenamiento etc. (Escudero 2004).

Cuadro 3.1. Tabla de Valores Nutricionales del Tomate

Elemento	Contenido (en 100 g de tomate)
Valor Nutritivo Medio (VNM)	2.39
VNM por 100 g de materia seca	38.5
Agua	93,5 g
Proteína	0,9 g
Grasa	0,1 g
Energía	20.0 kcal
Carbohidratos	3,3 g
Fibra	0,8 g
Cenizas	
Fósforo	19 mg
Calcio	7 mg
Hierro	0,7 mg
Vitaminas**	
Vitamina A (alfa y beta caroteno)	1700 UI
Vitamina B1 (tiamina)	0,10 mg
Vitamina B2 (riboflavina)	0,02 mg
Vitamina B5 (niacina)	0.60 mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	21,00 mg

El pH del jugo oscila entre 4 y 4,5.	

** Según Escudero (2004), el contenido vitamínico normal de los tomates para mercado nacional.

*** INFOAGRO (2003) puede existir hasta 6 g de residuos

Fuente: Escudero (2004); Jaramillo *et al.* (2007); INFOAGRO (2003)

Elaboración: Los Autores

Según Jaramillo *et al.* (2007), el tomate es rico en licopeno, pigmento que le proporciona su característico color rojo, y que también se encuentra en la sandía, la zanahoria, el albaricoque y el pomelo; la diferencia es que el tomate tiene mayor proporción de este pigmento, hasta el punto de que proporciona el 90% del necesario para el organismo. El licopeno es el más potente de los antioxidantes, se ha demostrado que esta sustancia

puede prevenir e incluso combatir el cáncer porque protege las células de los efectos de la oxidación.

El tomate también posee el antioxidante glutatión, que ayuda a depurar el organismo de productos tóxicos e impide la acumulación de materiales pesados.

3.1.2. Origen y Distribución

El tomate, y las plantas más relacionadas con él, tienen su centro de origen en la región montañosa, estrecha, y alargada de los Andes en Perú, Ecuador y Chile, pero su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala (Jones *et al.* 2001 & Jaramillo *et al.* 2007).

Las formas silvestres de “tomate cereza”, *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, originarias de Perú, migraron a través del Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fue domesticado por el hombre; en la lengua nahua de México era llamado *tomatl*, que sin lugar a dudas dio origen a su nombre actual (Jaramillo *et al.* 2007).

El tomate alcanzó un estado avanzado de domesticación en México antes de ser llevado a Europa y Asia. Los europeos lo conocieron cuando los conquistadores llegaron a México y Centroamérica en el siglo XVI; las semillas fueron llevadas a Europa y favorablemente aceptadas en los países mediterráneos (España, Portugal e Italia). (Jaramillo *et al.* 2007 & SICA s. f.).

Jaramillo *et al.* (2007) indican que los herbarios europeos muestran descripciones y grabados de tomate solamente a partir de la segunda mitad del mismo siglo; estas informaciones revelan que los primeros tipos cultivados en Europa tenían frutos blandos, con amplia variedad de formas y colores, cambios que fueron realizados por los agricultores primitivos de México; Anderlini (1989) resalta que, no se empezó a cultivar con fines alimenticios hasta el siglo XVIII.

Mientras el tomate se expandía hacia el norte del continente, su color mereció atributos sugestivos y misterio, así en Francia se lo llamaba “la manzana del amor”, en Alemania “la manzana del paraíso”, mientras que los británicos lo consideraban venenoso; este miedo se contagió a los estadounidenses. Fue a partir de 1850, fecha donde el tomate comenzó a tener un poco de interés científico y agronómico (SICA s. f. & Jaramillo *et al.* 2007).

Según Jaramillo *et al.* (2007), sólo a partir del siglo XIX adquirió gran importancia económica mundial, hasta llegar a ser, junto con la papa, la hortaliza más difundida y predominante del mundo.

3.1.3. Ubicación Taxonómica

La taxonomía generalmente aceptada del tomate riñón se muestra en el Cuadro 3.2

Cuadro 3.2. Tabla de la Ubicación Taxonómica del Tomate

Dominio:	Eucariota
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales (Personatae)
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Género:	<i>Lycopersicon</i>
Especie:	<i>L. esculentum</i>
Descriptor:	Miller (1788)

Fuente: Nuez (1999) y Jaramillo *et al.* (2007).

Elaboración: Los Autores

Para el Portal Flora de las Canarias, el nombre *Lycopersicon esculentum*, etimológicamente hace referencia a dos voces griegas:

- ▣ *Lycopersicon*: nombre genérico que procede del griego lykopersikon, que es el nombre de una planta egipcia de olor desagradable.
- ▣ *esculentum*: epíteto latino que significa comestible, haciendo referencia a los frutos de esta planta, los tomates.

Escudero (2004), indica que, a principio de los 70's el Comité Internacional de nomenclatura hortícola estableció como nombre científico del tomate el de *Lycopersicon lycopersicum* (L) Farwell; no obstante, el principio de “nomina conservada” permite seguir conservando el ya tradicional nombre botánico: *L. esculentum* Mill.

Los análisis filogenéticos sobre datos moleculares han permitido establecer o confirmar que los géneros *Lycopersicon*, *Cyphomandra*, *Normania*, y *Triguera*, previamente considerados independientes, en realidad se deben incluir dentro de *Solanum*. De hecho, todas las especies de esos 4 géneros han sido formalmente transferidas a *Solanum*. Por el contrario, el género *Lycianthes*, algunas veces considerado dentro de *Solanum*, se ha demostrado que es un género separado (Wikipedia 2008).

3.1.3.1. La Familia Solanaceae

La familia Solanaceae posee cerca de 90 géneros y más de 2.600 especies de distribución cosmopolita pero centrada en la zona tropical. Muchas de estas especies son de interés económico, ya sea como cultivos industriales (tabaco, *Nicotiana tabacum*), cultivos medicinales (belladona, *Atropa belladonna*), cultivos ornamentales (petunia, *Petunia hybrida*) y especies tan importantes para el ser humano como la papa (*Solanum tuberosum*), el tomate (*Solanum lycopersicum*), el pimiento (*Capsicum annuum*), la berenjena (*Solanum melongena*) todos susceptibles a daño por heladas y a daño por enfriamiento (PUC s. f. & Wikipedia 2008).

UNAVARRA (s. f.), reporta que las plantas de la familia Solanaceae pueden ser: herbáceas, árboles y arbustos. Hojas simples, alternas y sin estípulas. Flores formadas normalmente por 5 sépalos y 5 pétalos soldados en corolas de morfología diversa: rotácea en *Solanum*, tubulosa en *Datura*. Los estambres se insertan en el tubo de la corola y pueden presentar las anteras connadas. El fruto puede ser baya (*Solanum*) o cápsula (*Datura*).

DIPBOT (s. f.), señala que los miembros de la Familia Solanaceae, generalmente, corresponden a la siguiente Fórmula Floral:

$$* K (5), [C (5), A 5], G (2)$$

Esta familia se caracteriza por contar con abundantes especies que contienen diversos tipos de alcaloides más o menos activos o venenosos, tales como la escopolamina, la atropina, la hiosciamina y la nicotina. Se encuentran en plantas como el beleño (*Hyoscyamus albus*), la belladona (*Atropa belladonna*), el estramonio (*Datura stramonium*), la mandrágora (*Mandragora autumnalis*), el tabaco y otras (Wikipedia 2008).



* Las Áreas teñidas en Rojo, indican las locaciones donde se encuentran las diferentes Solanáceas
Fuente: Arbolesornamentales (s. f.)

Figura 3.2. Distribución Mundial de las Solanaceas

3.1.4. Morfología

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y su crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitadas en las indeterminadas (Jaramillo *et al.* 2007).

La raíz. El sistema radical del tomate es superficial y está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias (Jaramillo *et al.* 2007).

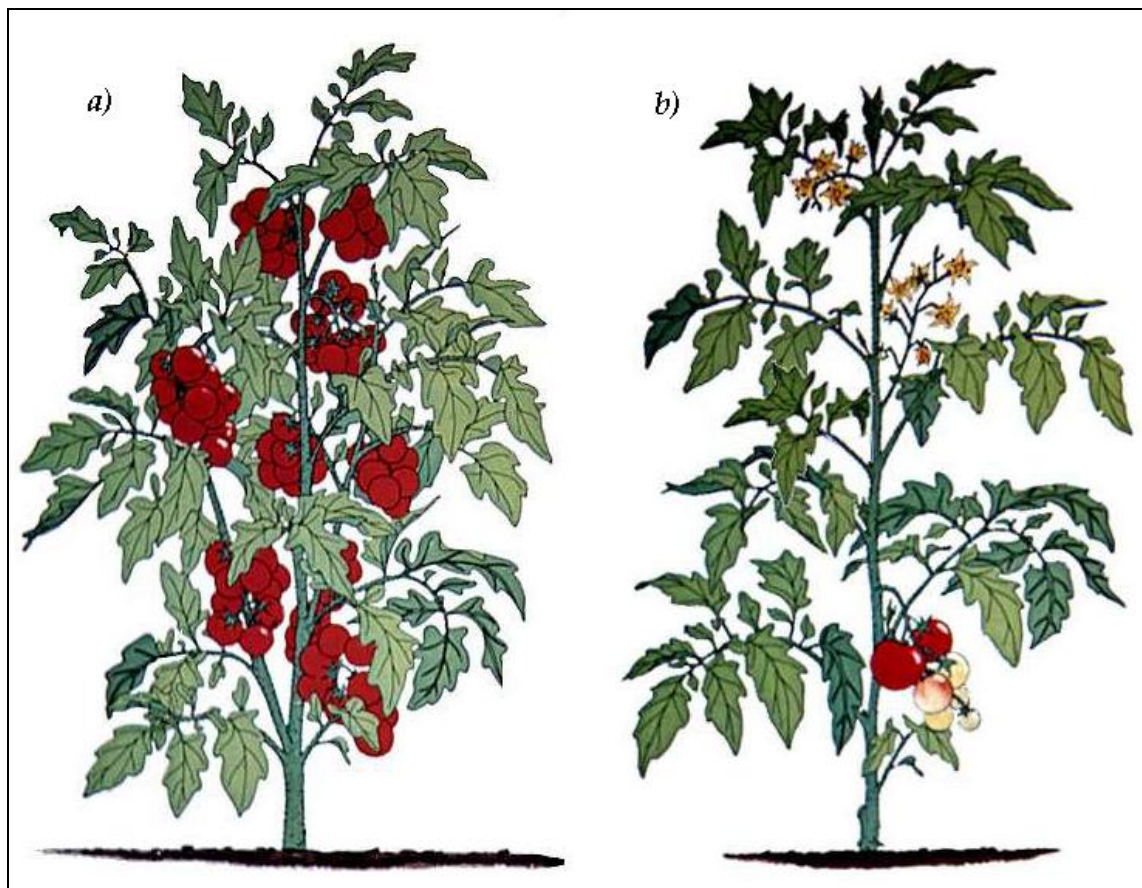
La planta originada de semilla presenta una raíz principal que crece hasta llegar a los 60 cm de profundidad. Simultáneamente se producen ramificaciones y raíces adventicias, conformando un amplio sistema radicular que puede abarcar una extensión de 1.5 m de diámetro por 1.5 m de profundidad. Aunque el sistema radicular puede alcanzar hasta 1.5 metros de profundidad, puede estimarse que un 75 % del mismo se encuentra en los 45 cm superiores del terreno (Escudero 2004; Gutiérrez *et al.* 2004 & Rodríguez 2001).

Dentro de la raíz se encuentra la epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, además el córtex y el cilindro central donde se sitúa el xilema (Jaramillo *et al.* 2007).

El tallo. Su tallo es cilíndrico cuando joven y anguloso cuando maduro, con pelos agudos, de color verde. Su longitud es de 50 cm en los cultivares enanos, y llega hasta los 2,5 m en los cultivares de crecimiento indeterminado (Escudero 2004).

El tallo principal tiene 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis; sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. Éste tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo, característica importante que se aprovecha en las operaciones culturales de aporque dándole mayor anclaje a la planta (Jaramillo *et al.* 2007).

Existen dos tipos de cultivares de tipo determinado y de tipo indeterminado, los determinados producen una inflorescencia junto con cada hoja o cada dos hojas, suelen ser más precoces y de porte bajo, terminando el tallo en un racimo floral. Los de tipo indeterminado presentan inflorescencias más espaciadas. El tallo termina en una yema vegetativa, lo cual determina que la planta continúe creciendo de manera indefinida. (Devlin 1989).



Fuente: Jaramillo *et al.* (2007).
Elaboración: Los Autores

Figura 3.3. Tipos de Crecimiento del Tomate

- a) Tomate de crecimiento determinado
- b) Tomate de crecimiento indeterminado

Las hojas. Son compuestas imparipinadas con siete a nueve folíolos, los cuales generalmente son peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Jaramillo *et al.* 2007).

El mesófilo está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (INFOAGRO 2003)

Las flores. Las flores son perfectas, cada flor está compuesta por cinco sépalos y cinco pétalos de color amarillo brillante, con cinco estambres y dos pistilos, los que están unidos en sus anteras y formando un tubo que encierra el pistilo; esta conformación favorece la autopolinización. La flor posee un pedúnculo corto, cáliz gamosépalo con cinco a diez lóbulos profundos y corola gamopétala, rotácea, amarilla, con cinco o más lóbulos (Folquer 1990; Jaramillo *et al.* 2007 & Rodríguez *et al.* 2001).

El gineceo que presenta de 2 a 30 carpelos que originan a los lóbulos del fruto, está constituido por un pistilo de ovario superior con estilo liso y estigma achatado, que se desplaza a través del tubo formado por las anteras (Folquer 1990).

El androceo presenta cinco o más estambres adheridos a la corola, con anteras conniventes (formando un tubo). Las inflorescencias pueden tener desde una hasta cincuenta flores (Rodríguez *et al.* 2001).

La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas (Jaramillo *et al.* 2007).

El fruto. Posee una baya compuesta como fruto de dos a tres lóbulos, es de color amarillo, rosado, rojo o violáceo de forma globular, achatada o periforme; de superficie lisa o con surcos longitudinales con un diámetro de 3 a 16 cm (Escudero 2004).

La coloración del fruto se debe a la presencia de dos pigmentos licopeno (rojo) y caroteno (amarillo), y la proporción en que estos intervienen determina la diversa intensidad del color de los frutos. Existen tres estadios del tomate: en madurez fisiológica verde, rosado y rojo (90 % de la superficie color rojo) (Zambrano 1996).

Los frutos del tomate, están constituidos por la epidermis o piel, la pulpa, el tejido placentario y las semillas (Jaramillo *et al.* 2007); el grosor de la piel aumenta en el primer estado, mientras que adelgaza cuando madura (Anderlini 1989).

Internamente los frutos están divididos en lóculos, que pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares. Frutos uniloculares son escasos y los frutos maduros pueden ser rojos, rosados o amarillos. En los lóculos se forman las semillas (Jaramillo *et al.* 2007).

Desde la fecundación de la flor, hasta que madura el fruto suele transcurrir entre 30 a 40 días dependiendo de la temperatura (Anderlini 1989).

La maduración del fruto puede ser uniforme, pero existen algunas variedades que presentan hombros verdes debido a un factor genético. La exposición directa de los rayos del sol sobre los frutos con hombros verdes acrecienta su color a un verde más intenso, y en algunos casos toman una coloración amarilla; el cubrimiento de los frutos con el follaje reduce este fenómeno. Es importante al momento de elegir una variedad determinar si el mercado acepta esta característica (Jaramillo *et al.* 2007).

Desde la plantación hasta la recolección de frutos, y en función de las variedades y el clima, suelen transcurrir:

Cuadro 3.3. Tabla de Duración de Ciclos de Variedades de Tomate.

<i>Variedades de ciclo corto</i>	90 a 110 días
<i>Variedades de ciclo medio</i>	100 a 120 días
<i>Variedades de ciclo largo</i>	110 a 125 días

Fuente: Folquer 1990.

Elaboración: Los Autores

El fruto del tomate está unido al pedúnculo por medio de una articulación en la que se encuentra un punto de abscisión. Algunas variedades no tienen este punto de abscisión por lo que son definidas como variedades tipo “*jointless*”, y se usan principalmente para procesamiento ya que se requiere que el fruto se separe fácilmente del cáliz (Jaramillo *et al.* 2007).

La semilla. La semilla del tomate es pequeña, con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm, éstas pueden ser de forma globular, ovalada, achatada, casi redonda, ligeramente alargada, plana, arriñonada, triangular con la base puntiaguda. La semilla está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal; la superficie está cubierta de vellosidades y pequeñas escamas y restos de las células externas del tegumento, parcialmente gelificadas al producirse la madurez del fruto, posee un poder germinativo de 4 a 5 años. Y un gramo contiene entre 300 y 350 semillas (Jaramillo *et al.* 2007 & Escudero 2004).

3.1.5. Variedades

En 1900 surgió la primera variedad mejorada, denominada Ponderosa, a partir de la cual se obtuvo la mayoría de las variedades americanas actuales, junto con los materiales colectados en la región de origen durante las décadas de los veinte y los treinta (Jaramillo *et al.* 2007).

Algunas plantas claramente emparentadas con el tomate cultivado son parte de la flora nativa de las Islas Galápagos, estos parientes primitivos del tomate ocupan muchos ambientes diversos y distintos, y representa una fuente de genes casi inagotable para la mejora genética de la especie (Jones *et al.* 2001).

La producción de tomate bajo invernadero se basa principalmente en la siembra de variedades híbridas; estas semillas son desarrolladas por mejoradores genéticos especialistas y vendidas por compañías comerciales. Existen muchas variedades y cada poco tiempo salen nuevas al mercado. Las variedades comerciales son híbridos F1, más productivas, homogéneas e incorporan resistencia a enfermedades, pero no son adecuadas para dejar semillas para el año siguiente (Jaramillo *et al.* 2007 & Huaral s.f.).

El productor debe comprar semillas certificadas, producidas por compañías acreditadas y apropiadamente empacadas, y que en la etiqueta se incluya las características del material y las condiciones de almacenamiento de la semilla. Además, que hayan sido evaluadas con relación a su rendimiento y productividad en las condiciones agroecológicas donde se va a sembrar (Jaramillo *et al.* 2007).

La elección de un híbrido o una variedad específica, para Jaramillo *et al.* (2007), depende de las necesidades del productor, del comercializador y del consumidor. El material para sembrar será aquel que reúna todas las exigencias de cada agente de la cadena de producción. El productor selecciona un material de alto rendimiento, adaptado a sus condiciones agroecológicas, con resistencia a enfermedades, considerando

principalmente los antecedentes fitosanitarios, del suelo y del clima del área donde se cultivará, y con una vida de poscosecha adecuada para resistir la manipulación y soportar el transporte a los centros de comercialización.

Para los comercializadores y distribuidores de mercado, la apariencia, firmeza, comportamiento de maduración y la vida en estante son los factores más importantes. Por otra parte, los consumidores consideran de buena calidad un tomate firme, de color y maduración uniforme, de buen sabor y contenido nutricional, y posiblemente con una mayor larga vida en estante (Jaramillo *et al.* 2007).

3.1.5.1. Tomate Híbrido Astona F1

Jaramillo *et al.* (2007), describen al Tomate híbrido Astona F1, como de tipo milano de crecimiento indeterminado para invernadero o campo abierto, plantas vigorosas, con excelentes rendimientos, frutos grandes con un peso promedio de 214 gramos, de forma globosa, algo achatados, de excelente sabor y color, maduración normal, de corteza y pulpa duras, buen llenado, y al partirlos en tajadas no se deforman. Tiene buena resistencia a los cambios extremos de temperatura, excelente cuaje del fruto en zonas frías y zonas calientes. Inicia producción de los 70 a los 100 días. Resistente a la raza 1 de *Verticillium* (*Verticillium dahliae*), razas 1 y 2 de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*), nemátodos (*Meloidogyne incógnita* y *M. javanica*) y tolerante al blotchy o maduración manchada.



Crédito Fotográfico: Jaramillo *et al.* (2007).
Figura 3.4. Fotografía Tomate Híbrido Astona F1.

3.1.5.2. Tomate Híbrido Sheila F1

Cultivar de crecimiento indeterminado, con entrenudos cortos. Presenta racimos uniformes, con frutos muy firmes y de excelente coloración. Su peso varía entre 200 y 250 gramos con gran uniformidad. Presenta una cicatriz peduncular pequeña y buen cierre pistilar. Esta variedad es resistente a *Verticillium dahliae*, raza 1, *Fusarium oxysporum* f. sp., raza 1 – 2 y Virus del mosaico del tomate (ToMV) (Vázquez *et al.* s. f.).



Crédito Fotográfico: Jaramillo *et al.* (2007).
Figura 3.5. Fotografía Tomate Híbrido Sheila F1

3.1.5.3. Tomate Titán F1

Material larga vida, frutos con peso promedio de 178 gramos, resistente a *Verticillium* raza 1 y *Fusarium* raza 1, susceptible a nematodos, frutos de sabor excelente y color rojo intenso (Jaramillo *et al.* 2007).



Figura 3.1 Fotografía Tomate Titán
Crédito Fotográfico: Jaramillo *et al.* (2007).

3.1.5.4. Híbrido Gently F1.

Cultivar de crecimiento indeterminado. Presenta frutos ligeramente achatados con un calibre regular, su peso varía entre 170 a 190g con gran uniformidad, con una buena resistencia al rajado, buena resistencia a los defectos de coloración “ blotchy ripening ” y a los frutos huecos. Buen vigor de planta. Tiene una buena tolerancia al Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) y resistencia al Tomato spotted wilt virus (TSWV) (Hebras 2007).

3.1.5.5. Híbrido Corvette

Cultivar de crecimiento indeterminado. Presenta frutos con un calibre regular, su peso varia entre 180 a 200 g, con una buena resistencia al rajado, presenta frutos redondos.

Buen vigor de planta. Tiene una buena tolerancia a *Verticillium* y resistencia al Virus del mosaico del tomate (ToMV) (Hebras 2007).

3.2. MANEJO

El cultivo del tomate, como todos los productos agrícolas, debe cumplir las condiciones que le permitan al consumidor final disfrutar de alimentos sanos, inocuos y saludables, es decir, libres de tóxicos, cuyo proceso de producción sea social y ambientalmente responsable. Las nuevas tendencias del mercado, guiadas por mayor conciencia y sensibilidad del consumidor frente a estos aspectos, así como las restricciones internacionales respecto del uso de agroquímicos de síntesis, obligan a los agricultores a buscar nuevas alternativas tecnológicas que cumplan con estas exigencias (Jaramillo *et al.* 2007).

3.2.1. Producción de Semilla

Antes de hacer la selección de una variedad específica, se deben definir los elementos a considerar para hacer la elección. En primer lugar, se debe tener una ficha técnica del material, que incluye bajo qué condiciones se obtuvo la semilla, pruebas realizadas,

condiciones de alimento, rendimientos esperados, características del fruto, porcentaje de germinación, certificado de origen, etc. En segundo lugar, la experiencia propia o regional con esa variedad; se requiere un material adaptado a las condiciones agroecológicas del productor, y en tercer lugar, se debe fomentar el uso de variedades y especies comerciales resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades limitantes desde el punto de vista económico, con vistas a un uso racional de agroquímicos e insumos (Jaramillo *et al.* 2007)

La semilla de tomate ha sido producida y comercializada por compañías de semillas hace más de 100 años. Al principio la función principal fue incrementar y distribuir las selecciones de polinización libre que habían realizado productores de tomate, Investigadores del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos u horticultores de estaciones experimentales. Más tarde, durante los años 1950, los productores de semilla desarrollaron nuevos híbridos de tomate para los horticultores. Dada a la demanda de rendimientos consistentemente elevados, de calidad del fruto, y de resistencia a enfermedades, los productores de escala comercial también empezaron a utilizar cultivares híbridos de tomate, y hacia 1988 los híbridos representaban alrededor del 85% de la producción de tomate de consumo en fresco de Norte América. (Jones, *et al.* 2001)

Cuadro 3.4. Tabla de Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Tomate

Temperatura:	La temperatura óptima fluctúa entre 20 y 30° C durante el día y entre 1 y 17° C durante la noche. Las temperaturas mayores a 30° C afectan la fructificación. Las temperaturas por de bajo 0 °C presenta “Síndrome de hoja corta”
Humedad Relativa:	La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80%. La humedad relativa alta favorece el desarrollo de enfermedades, el agrietamiento del fruto y dificulta la fecundación.
Luminosidad:	La poca luminosidad afecta el proceso de floración, fecundación y el desarrollo vegetativo de la planta. La luminosidad es importante para obtener colores intensos, paredes delgadas y alto contenidos de sólidos. La luminosidad mínima es de 1500 horas luz/año.
Suelos:	El mejor suelo para el cultivo de tomate es el suelto de textura silíceo arcillosa y rico en materia orgánica, con pH entre 5,5 y 7,02. No tolera el encharcamiento. Lo más destacable en cuanto al suelo es que se trata de una especie con cierta tolerancia a la salinidad. De ahí que admita el cultivo en suelos ligeramente salinos o el riego con agua algo salitrosa.
Agua:	Los requerimientos de agua varían dependiendo la variedad entre 300 y 1000 mm.
Altitud:	Se puede cultivar desde 0 a 1800 metros.

Fuente: Huaral (s. f.)

Elaboración: Los Autores

3.2.2. Producción Plántulas para Transplante

En la producción de hortalizas existe la tendencia a adquirir las plántulas donde productores especializados en propagación, con un costo muy similar al que tendría el cultivador si produjera sus propios semilleros, ya que, igual, tendría que adecuar una

infraestructura para ello; además, esto evita las pérdidas ocasionadas por un desconocimiento en el manejo y la preparación de los semilleros (Jaramillo *et al.* 2007).

Las plántulas son cosechadas cuando alcanzan su tamaño comercializable, pero con objeto de maximizar el rendimiento de producción de plántulas y reducir el coste de las operaciones, las plántulas se despuntan varias veces durante el desarrollo del cultivo con el fin de igualar su crecimiento; de esta forma se puede cosechar las plantas en una sola vez en lugar de hacerlo en varias veces. El despunte de las plántulas para aumentar la uniformidad de su tamaño también incrementa el rendimiento de frutos en los campos de producción. El despunte permite producir plántulas endurecidas con tallos más gruesos y fuertes, que pueden sobrevivir al estrés que supone el trasplante mejor que las plantas no despuntadas (Jones, *et al.* 2001).

Jones, *et al.* (2001), advierten además que, las plántulas deben ser recolectadas cuando el follaje se encuentra libre de humedad y el suelo no demasiado mojado.

3.2.3. Trasplante

Escudero (2004) asevera que, para un prendimiento exitoso se debe "endurecen" las plantas manteniéndolas sin irrigación por tres días antes del trasplante. En el momento de la operación se riegan abundantemente; y se siguen las recomendaciones siguientes:

- *A raíz desnuda:* Lo más común, las plántulas al ser sacadas del semillero se colocan en baldes con agua, barro y úrea (una cucharada por galón) para conservarles frescas.
- *Con pilón de tierra:* cuando se producen en contenedores conservan el máximo de raíces.

El trasplante se debe hacer en las horas de la tarde o en días nublados. En días calurosos es importante utilizar una solución iniciadora: consistente en mezcla de fosfatos (Amónico y Potásico) y un Fungicida, para asegurar un prendimiento inmediato.

3.2.4. Siembra

Las plantas de tomate se pueden obtener de piloneras o por semilla. Las plántulas se siembran en el sitio definitivo, sobre camas de tierra a 10 cm de profundidad y presionando el suelo para asegurar el contacto inmediato de las raíces con la tierra. Las distancias varían de 20 a 30 cm entre plantas y de 1.50 m entre hileras (Gutiérrez *et al.*, 2004).

3.2.5. Entutorado

Esta es una práctica encaminada a mantener a la planta en una posición erecta y evitar que los frutos toquen el suelo (Tigrero & Ortega 2002; Huaral s. f.).

Tigrero & Ortega (2002), indican que, se utiliza paja de plástico que se sujeta a alambre galvanizado.

Según Tigrero y Ortega (2002), al realizar esta práctica se mantienen ordenadas las plantas en hileras facilitando otras labores culturales como el deschuponado, desmalezado, control de plagas y enfermedades. Adicionalmente Huaral (s. f.) indica que se puede dejar 1, 2 ó 3 tallos principales.

Con el tutoreo, indican Tigrero & Ortega (2002) se facilita la cosecha ya que las plantas están dispuestas de una manera erguida, permitiendo recoger a los frutos maduros sin ningún problema.

3.2.6. Deshierbas

Las deshierbas se realizan en forma manual o con el uso de químicos. El número de deshierbas varía dependiendo de la abundancia y tipo de malezas que se puedan encontrar. La primera se realiza a las tres semanas del transplante, la segunda a los tres meses cuando los frutos comienzan a cuajar y otra durante la producción. Esta actividad permite que no exista competencia por nutrientes entre el cultivo y las malezas y no haya focos de plagas y enfermedades para el cultivo (Proyecto SICA 2008).

3.2.7. Riego

Jaramillo *et al.* (2007), recomiendan el monitoreo de las fuentes de abastecimiento del agua de riego por medio de un programa de mantenimiento y análisis químicos y microbiológicos para garantizar su inocuidad y demostrar su calidad y pertinencia para regar cultivos, y realizar acciones correctivas en caso de resultados adversos. Además advierten que es vital realizar acciones que propendan por la protección del recurso hídrico, garantizar que no haya acceso de animales domésticos a la fuente de agua y no aplicar agroquímicos y fertilizantes cerca de ella. En lo posible establecer sistemas de recolección, reciclado y almacenamiento de agua. Respetar la reglamentación de los acueductos municipales sobre volúmenes y formas de empleo de riego.

Puesto que la producción de tomate requiere una inversión financiera considerable, el riego es casi siempre necesario para asegurar los niveles de producción deseados. La elección de un sistema de riego depende de las condiciones de suelo, disponibilidad de agua, clima, economía y preferencias personales (Jones, *et al.* 2001).

El requerimiento hídrico del cultivo varían dependiendo de la variedad, entre 300 y 1000 mm, según indica Huaral (s. f.); Escudero (2004) a su vez señala que, los requisitos hídricos del tomate son del orden de 630 mm de agua por cosecha y deben descartarse para el riego las aguas con posible contenido de sales.

Tigrero & Ortega (2002), indican que el costo para implementar un sistema de riego (por goteo), para una estructura de 1000 m² los costos fluctúan entre 2000 y 5000 USD.

Cuadro 3.5. Requerimientos Térmicos e Higrométricos para Tomate Riñón

Fases	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)
	Mínima	Óptima	Máximo	
Vegetativa	15	19 - 23	33	55 - 60
Fructificación	17	18 - 26	33	60 - 65
Cosecha	18	21 - 27	33	60 - 65

Fuente: Acevedo, E. s. f. citado por Tigrero y Ortega (2002)

Elaboración: Tigrero y Ortega (2002)

Los sistemas utilizados más comúnmente incluyen el riego por aspersión, por surcos, la micro-irrigación, la inundación, y la sub-irrigación (Jones, *et al.* 2001).

3.2.8. Podas

Las hojas, además de proveer nutrientes al fruto, en épocas de verano intenso proporcionan sombra a los frutos y previenen el golpe de sol o la presencia de hombros verdes. En invierno, las hojas protegen el fruto del enfriamiento, ya que actúan como una barrera para el escape del calor acumulado en el fruto hacia la atmósfera del invernadero; sin embargo, es necesario la labor de poda ya que estas contribuyen para aumentar el tamaño del fruto, aunque disminuye el total producido; aumentar la aireación en las plantas aunque también las posibilidades de golpe de sol, y facilitar las otras labores (Jaramillo *et al* 2007 & Escudero 2004).

En materiales de tomate de crecimiento indeterminado, se requiere realizar la poda de diferentes partes de la planta, como tallos, chupones, hojas, flores y frutos, con el fin de permitir mejores condiciones para aquellas partes que quedan y que tienen que ver con la producción; a la vez, se busca eliminar aquellas partes que no tienen incidencia con la cosecha y que pueden consumir energía necesaria para lograr frutos de mayor tamaño y calidad (Jaramillo *et al.* 2007).

Ya que las labores de poda significan un aumento de los costos, por lo tanto las necesidades se deben evaluar para cada caso (Escudero 2004).

Vásquez *et al.* (s. f.), indican que, las podas son labores muy importantes y deben realizarse de manera oportuna identificando varios tipos de podas entre los cuales están la Poda de formación, las Podas de yemas o chupones, las Podas de hojas, la Poda de racimos florales, las podas sanitarias.

3.2.8.1. Poda de Formación:

Ésta es la primera poda que se le realiza a la planta en los primeros 25 a 30 días después del trasplante, y que define el número de tallos que se van a desarrollar. Se pueden trabajar plantas a uno, dos, tres y hasta cuatro tallos. La decisión del número de tallos debe depender de la calidad del suelo, la distancia de siembra, el material utilizado y el tipo de tutorado empleado. Sin embargo, lo más recomendable en invernadero es

trabajar la planta a un solo tallo para facilitar su tutorado y manejo (Jaramillo *et al.* 2007).

3.2.8.2. Poda de Yemas o Chupones

Una vez definido el número de tallos que se van a dejar en la planta, se eliminan todos los brotes que se desarrollan en el punto de inserción entre el tallo principal y los pecíolos de las hojas; éstos se deben eliminar antes de que tengan un tamaño menor de 2 a 3 cm, para que no absorban los nutrientes que se requieren para la formación y llenado del fruto; si no se quitan, darán lugar a nuevos tallos, se formará una maraña de planta, y los tomates serán mucho más pequeños (Jaramillo *et al.* 2007 & Huaral s. f.).

Huaral (s. f.), indica que si el brote está tierno se corta a mano, simplemente doblando el tallo hasta que se desprenda; si el tejido ha desarrollado rigidez, es mejor cortarlo con tijera de poda. Es conveniente dejar un pedazo de tallo al cortar el chupón de 1 a 3 cm para favorecer la cicatrización y evitar que la herida llegue al tallo principal, como lo indican Jaramillo *et al.* (2007).

Los chupones o yemas axilares se desarrollan durante todo el ciclo del cultivo; sin embargo, entre los 30 y 90 días después del trasplante se producen con más frecuencia, y es necesario, en ocasiones, deschuponar dos a tres veces por semana; posteriormente disminuyen su desarrollo durante los picos de producción. Una vez realizada la poda terminal o despunte para definir el número de racimos con que se deja la planta, se puede volver a incrementar el desarrollo de chupones (Jaramillo *et al.* 2007).

Con la labor de la deschuponada, Tigrero & Ortega (2002), indican también se brinda mayor facilidad en las prácticas de cultivo ya que disminuyen el número de brazos que producirán los frutos. De la misma forma con esta labor se posibilita un control eficaz de plagas y enfermedades, al no existir una concentración alta de humedad o microclima en el interior de la copa de la planta

3.2.8.3. Poda de Hojas, Deshojado o Defoliación

Cuando el follaje es muy intenso, conviene hacer una poda de hojas para mejorar la ventilación e iluminación del cultivo. Las hojas viejas y amarillentas deben ser removidas después de que han completado su función fotosintética en la planta; su remoción mejora la entrada de la luz para lograr mayor floración y cuajado de frutos y homogeneidad en su tamaño, calidad y maduración, aumentar la ventilación y bajar la humedad relativa en la base de las plantas, que favorece el desarrollo de enfermedades (Jaramillo *et al* 2007).

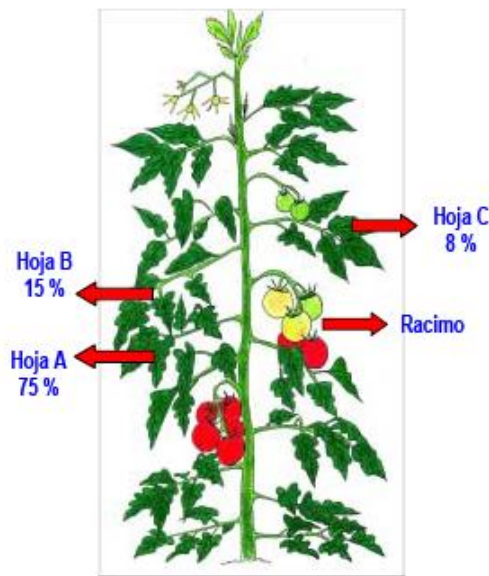
El deshojado, consiste en la eliminación de las tres primeras hojas basales, 20 o 30 días después del cuajado de los frutos. Además, al inicio de la cosecha se deben eliminar todas las hojas que se encuentren debajo del primer racimo de producción para obtener una adecuada ventilación en la parte inferior de la planta, aceleración en el proceso de maduración de los frutos y la prevención de enfermedades fungosas (Tigrero & Ortega, 2002).

Jaramillo *et al* (2007), indican que en plantas con crecimiento indeterminado, las hojas se ubican en grupos de tres (hojas A, B, C) seguidas de un racimo floral:

La hoja A se localiza inmediatamente por debajo o al frente del racimo floral y es la responsable del 75% del llenado del fruto.

La hoja B se ubica en posición intermedia a las hojas A y C y colabora con cerca del 8% del llenado del fruto.

La hoja C aporta el 15%, repartiendo sus fotosintatos en forma bilateral para los racimos anterior y posterior. Los anteriores porcentajes muestran la importancia de las hojas en el llenado del fruto y su influencia cuando se poda en forma drástica la planta; por lo tanto, las hojas A, B y C no deben ser removidas sin un llenado óptimo del racimo



Fuente: Jaramillo *et al* (2007).

Figura 3.7. Distribución de las Hojas en una Planta de Tomate en Crecimiento

En el caso extremo de que se presente un exceso de follaje que impida la penetración de la luz o favorezca la presencia de enfermedades por el exceso de humedad relativa, se recomienda eliminar únicamente la hoja B. Una defoliación intensa y precoz en la planta retarda y reduce la producción (Jaramillo *et al* 2007).

3.2.8.4. Poda de Racimos Florales

Consiste en eliminar aquellos frutos cuajados tardíamente con el fin de lograr uniformidad en los primeros frutos cuajados, proporcionándolos un mayor engrose. Vásquez *et al* (s. f.) recomiendan que para cada piso de producción es necesario dejar un número máximo de 6 frutos por racimo del primer al tercer piso, del cuarto y quinto piso 5 frutos por racimo y del sexto en adelante 4 frutos por racimo.

3.2.8.5. Poda Sanitaria

Es la eliminación de follaje afectado por algún tipo de enfermedad o plaga del tomate riñón. Enfermedades como tizón tardío *Phytophthora* sp., tizón temprano *Alternaria* sp., *Botrytis* sp., *Oidium* sp., causantes de daños irreversibles en ramas y follaje. También es recomendable eliminar brotes afectados por pequeños lepidópteros cuyas larvas atacan a los brotes terminales de las plantas, destruyendo la zona de crecimiento apical; este material debe retirarse del campo inmediatamente (Tigrero & Ortega 2002 & Escudero 2004).

Además, es importante extirpar las hojas enfermas que son fuente de inóculo de plagas y enfermedades. La eliminación de las hojas bajas se debe comenzar cuando haya terminado la recolección de los frutos del primer racimo, eliminando aquellas que estén por debajo de éste, y así sucesivamente a medida que se cosechan los demás racimos (Jaramillo *et al* 2007)

3.2.9. Aporque

Es necesario aproximar tierra al tallo ya que permite mejorar el anclaje de la planta y estimular la formación de raíces. Se realizan dos aporques durante el ciclo de cultivo, precisamente en la fase de crecimiento de la planta, de acuerdo a las recomendaciones, el primer aporque se ejecuta a las tres semanas del transplante conjuntamente con la deshierba y el segundo aporque a los 60 días del transplante (Gutiérrez *et al.*, 2004).

3.2.10. Cosecha de Tomate

La cosecha empieza entre los 65 y 100 días después del transplante y puede durar de 80 a 90 días presentando una distribución de 25% de la producción en el primer mes, 50% de la producción en el segundo mes y 25% de la producción en el tercer mes (Proyecto SICA, 2008).

Antes de que hagan su aparición las primeras heladas (si es el caso) conviene recoger los que todavía estén verdes y colocarlos en una habitación o almacén extendidos sobre paja. Aquí terminarán su proceso de maduración (Huaral s. f.).

Proyecto SICA (2008), indica que los rendimientos en la producción de tomate fluctúan entre 20 - 64 Tm/ha. El promedio nacional es de 20 Tm/ha. El tiempo de posible almacenamiento para el tomate es relativamente corto. La temperatura para que la fruta conserve su vigor por un largo período de tiempo depende del estado en que se haya colectado, los rangos varían de 13 °C para fruta verde pudiendo resistir 30 días de almacenamiento y 5 °C para fruta madura por un período de tres semanas. Conjuntamente, es importante que la humedad relativa de almacenamiento se encuentre entre 85 y 90 %. El contenido de oxígeno de la cámara debe revisarse periódicamente, siendo recomendable que esté alrededor del 5 %.

3.2.11. Producción de Tomate en Invernaderos

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima y, con ello, cultivar plantas en condiciones óptimas (Jaramillo *et al.* 2007).

Las ventajas de la utilización de invernaderos para cultivos agrícolas como el tomate riñón promueven el aumento de la humedad ambiental, ya que los plásticos presentan una impermeabilidad al paso de agua. Además, el aumento de la temperatura del aire y

del suelo favorece el crecimiento de las plantas, explican Tigrero & Ortega (2002). El concepto de cultivos bajo invernadero, argumentan Jaramillo *et al.* (2007) ya que representa el paso de producción extensiva de tomate a producción intensiva.

Los invernaderos según Jaramillo *et al.* (2007), se utilizan para asegurar la producción y calidad de los cultivos, ya que en campo abierto es muy difícil mantener los cultivos de una manera perfecta a lo largo de todo el año. Según Tigrero & Ortega (2002), manifiestan que el uso de invernaderos, permite la posibilidad de manejar las condiciones ambientales mediante el sistema de ventilación, logrando con ello regular la temperatura de la estructura.

Los controles de temperatura, humedad relativa, corrientes de aire y composición atmosférica son esenciales, como lo son, también, el control del agua y de los fertilizantes, el mantenimiento del nivel de oxígeno cerca de las raíces y la sanidad del cultivo para asegurar una calidad y una productividad óptimas, aseguran Jaramillo *et al.* (2007); estos hechos, según Tigrero & Ortega (2002), posibilitan el aumento del rendimiento hasta 10 veces que en producción a campo abierto. Adicionalmente, se aportan que, se puede adelantar la época de cosecha en comparación a cultivos de ciclo abierto y producir con mejor calidad al manejar condiciones ambientales favorables y optimizar un plan de fertilización y riego.

Los invernaderos no climatizados (o invernaderos fríos), son por el momento, los más viables económicamente para el pequeño y mediano productor con vistas a la

producción comercial de hortalizas, no poseen ningún tipo de equipo que emplee energía transformada y su utilización está acondicionada a la aplicación de factores físicos de la propia naturaleza del ambiente (Jaramillo *et al.* 2007).

Tigrero & Ortega (2002) indican que, las desventajas del cultivo bajo invernadero son la mayor incidencia de plagas y enfermedades al existir condiciones favorables de humedad y temperatura para su desarrollo, el mayor requerimiento de nutrientes al tener rendimientos superiores, los cultivos necesitan un mayor aporte de nutrientes del suelo que deben ser suministrados de acuerdo a un plan de fertilización y una alta inversión ya que los costos iniciales del establecimiento de un invernadero son altos dependiendo si la estructura es metálica o de madera.

3.3. ENFERMEDADES BACTERIANAS DEL TOMATE.

3.3.1. La Peca Bacteriana

La Peca Bacteriana y su agente causal fueron descritos e identificados originalmente en Taiwán y los Estados Unidos en 1933, aunque es considerada una enfermedad cosmopolita, la cual es favorecida por temperaturas bajas y condiciones de humedad alta (Jones *et al.* 2001).

Mavunganidze *et al.* (s. f.), indican que la infección puede manifestarse tanto en plantas jóvenes como en adultas. Además señalan, que cuando la infección ocurre en estadios tempranos resulta en una disminución de la habilidad fotosintética, defoliación y abscisión de flores. En casos severos, Davis *et al.* (Citados por Sanguinetti 2003), manifiestan que las plantas infectadas presentan retraso en la madurez de su fruta y reducen la producción.

La presencia de la enfermedad, consignan Mavunganidze *et al.* (s. f.), que reduce la calidad para el mercado, como resultado se constituye en una barrera de ingreso de las producciones a mercados hortícolas más lucrativos. Jones *et al.* (2001), indican que el moteado intenso en el fruto origina una gran reducción del rendimiento comercial; además, señalan que durante la década pasada, añade, se ha producido un incremento en el número de informes sobre la ocurrencia de la enfermedad.

3.3.1.1. Organismo Causal

El agente causal de esta enfermedad es *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young, Dye y Wilkie 1978 (DYE *et al.*, 1980) (Sin *Pseudomonas tomato*). (Jones *et al.* 2001 & Sanguinetti 2003).

Jones *et al.* (2001) señalan que el agente causal de la Peca Bacteriana es un bacilo aerobio estricto, Gram negativo, con dimensiones 0.69-0,97 x 1.8-2,8 μm , cuando la bacteria se cultiva en medio B de King, las colonias producen un pigmento verde que

difunde en el medio y fluoresce al ser expuesto a luz ultravioleta. Además determina que esta bacteria es negativa para las reacciones oxidasa y arginina hidrolasa, degrada el polipeptato sódico a pH 4 originando pequeñas oquedades en medios que la contengan, es positiva para la producción de levano y para la actividad β -glucosidasa, utiliza D(-) tartrato, pero no eritrol o DL-Lactato como única fuente de carbono, y causa reacción hipersensible cuando la bacteria es inyectada en plantas de tabaco a una alta concentración (10^8 UFC/ml).

Lawnton & Macneill (citados por Sanguinetti 2003) indican que, se han reportado dos razas, denominadas “0” y “1”.

Pseudomonas syringae pv. *tomato* raza 0, corresponde al primer registro de la Peca Bacteriana a nivel mundial, la misma que se logró controlar mediante la utilización de cultivares resistentes, los cuales poseían el gen PTO que le confería resistencia ante el agente causal. La resistencia a la raza 0 de *P. syringae* pv. *tomato*, conferida por el gen PTO ha sido introducida en muchas variedades para proceso industrial pero es muy raro encontrarlo en tomate para consumo en fresco. Desafortunadamente, las variedades híbridas, heterocigotas para PTO no proveen una resistencia completa al patógeno (Sanguinetti 2003; Wilson *et al.* 2002).

En 1986 aparece el primer reporte de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* raza 1, y para 1998, la enfermedad fue encontrada nuevamente en numerosos cultivos resistentes a raza 0 en campos a través del valle de Sacramento, California, Estados Unidos. En

varios de estos predios causó defoliación severa de los plantines de tomate, los síntomas incluían hojas café oscuras hasta negras y lesiones en los tallos rodeadas por halos amarillos, por lo tanto corresponden a los mismos síntomas descritos para la raza 0 (Arredondo & Davis *et al.* citados por Sanguinetti 2003).

Las plantas transgénicas sobreexpresan los genes PTO o PRF, los cuales aparentemente otorgan resistencia a la raza 1; sin embargo, las líneas que lo contienen aún no se comercializan (Wilson *et al.* 2002).

Sarita & Bender (2007) indican, que la fitotoxina coronatina (COR) contribuye a la virulencia de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* cepa DC3000 en *Arabidopsis thaliana* y *Solanum lycopersicum*. La coronatina es una fitotoxina no específica a hospedero producida por múltiples patovares de *P. syringae*; está compuesta de dos componentes ácido coronafácico y ácido coronamico, los cuales se hallan unidas a través de una cadena amida. Además la coronatina actúa como factor de virulencia en algunos patovares de *P. syringae* y contribuye a la multiplicación bacteriana y a la formación de lesiones en numerosas plantas hospederas incluyendo ryegrass, soya, tomate y *Arabidopsis thaliana*.

3.3.1.2 Condiciones Ambientales Favorables

La enfermedad comúnmente ocurre en áreas de alta pluviosidad y humedad (superior al 60%) y con temperaturas más bajas de 18 o 20 °C (Mavunganidze *et al.* s. f.).

Jones *et al.* (2001) indican por su parte, que la Peca Bacteriana halla su óptimo desarrollo a temperaturas de entre 18 a 24 °C. Por otro lado, Mavunganidze *et al.* (s. f. citando a Devash), afirman que temperaturas superiores a 52°C pueden matar por completo al patógeno.

3.3.1.3. Síntomas

La multiplicación de esta enfermedad puede generar un amarillamiento generalizado, seguido de desecación foliar. Las lesiones que se forman en los folíolos presentan una coloración entre castaño oscuro y negra; estas lesiones carecen de halo en los estados iniciales de desarrollo pero dicho halo se forma posteriormente (Sanguinetti 2003 & Jones *et al.* 2001).

Jones *et al.* (2001) indican, que las lesiones pueden coalescer llegando a producir necrosis en grandes porciones del tejido. Si la enfermedad continua, advierte Álvarez (s. f.), los tejidos afectados se van uniendo hasta producir la muerte de gran parte del tejido vegetal, la lesión se extiende por toda la hoja pero es más notable en el envés que en el haz.

Sanguinetti (2003 citando a Jones; Pohronezny & Volin; Davis *et al.*) indica que, las lesiones en tallos y pecíolos se pueden desarrollar con formas ovaladas a elongadas de

color café oscuro. Jones *et al.* (2001) señalan que los tallos, peciolo, pedúnculo, pedicelo y sépalos son igualmente afectados.

Mavunganidze *et al.* (s. f.), determina que *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* puede comportarse también como un patógeno de raíces, decrementando el anclaje de la planta y la masa de raíces.

Las lesiones en el fruto, según Sanguinetti (2003), son pequeñas (1 mm), con forma de lunar y superficiales; sin embargo, también pueden ser más grandes y hendidas, y en frutos inmaduros están rodeadas por un halo verde. A primera vista, argumentan Jones *et al.* (2001), las lesiones en frutos son aplanadas o ligeramente elevadas sobre la superficie; aunque en algunos casos, las manchas parecen hinchadas.

Las manchas que se desarrollan superficialmente en los frutos, no afectan la pulpa. Los tejidos inmaduros son más susceptibles, al infectarse la fruta temprano, las lesiones con forma de punto pueden causar orificios, debido a que el tejido fino infectado crece más lento que tejido fino sano. Cuando los frutos maduran su acidez le provee cierta resistencia (Sanguinetti 2003).

3.3.1.4. Hospederos

Pseudomonas syringae pv. *tomato* ataca exclusivamente a las solanáceas pimentón (*Capsicum annuum* L) y tomate (*Solanum lycopersicum*), sin embargo, existen reportes

que también puede ser patogénica al realizar inoculaciones en berenjena (*Solanum melongena* L) (Bradbury citado por Sanguinetti 2003).

3.3.1.5. Ciclo de la Enfermedad y Epidemiología

Diseminación. Mavunganidze *et al.* (s. f.), indican que la Peca Bacteriana puede esparcirse por el manipuleo del personal a material infecto y sano, salpicaduras de lluvia, agua de riego, escarcha en el viento y por implementos de trabajo. Adicionalmente señalan que la bacteria se puede esparcir a través de semilla contaminada, siendo esta a su juicio, la mejor forma de diseminación entre algunos granjeros comunales que prefieren usar semillas de tomate que fueron dañadas durante la cosecha y el empaque, en un esfuerzo por bajar los costes de producción (ya que estos productos no son aptos para comercializar en el mercado). La transmisión de la bacteria por la semilla, según Jones *et al.* (2001), ayuda a explicar el reciente incremento de aparición en todo el mundo.

Blancard (1996), postula que la propagación a grandes distancias de *P. syringae* pv. *tomato*, se realiza por el viento ya que puede transportar gotas de agua, (que contienen las bacterias). Jones *et al* (2001), por su parte, indican que se considera un medio de diseminación los utensilios utilizados para el pinzamiento de los trasplantes.

Penetración. Es una enfermedad que puede penetrar por heridas, estomas y que se puede transmitir por semilla contaminada y a través del suelo. Los síntomas de la enfermedad

se hacen presentes 8 a 10 días después de la inoculación (Reche; Rista; citado por Sanguinetti 2003).

Supervivencia. Existen reportes que indican que *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* puede sobrevivir en el suelo y en restos de cultivo infecto; convirtiendo a la supervivencia en el suelo como la forma más efectiva de diseminación entre ciclos de cultivo (Mavunganidze *et al.* s. f. citando a Chamber & Merriman; Bosshard –heer; Goto).

Jones *et al.* (2001) indican por su parte que, *P. syringae* pv. *tomato* puede sobrevivir en restos de cultivo durante un largo período (hasta 30 semanas). Muchas especies de malas hierbas pueden albergar poblaciones epifitas de la bacteria tanto en la rizosfera como en el filoplano. La supervivencia de la bacteria en suelos no tratados es de corta duración (menos de 30 días).

Pohronezny & Volin (citados por Sanguinetti 2003) indican que en condiciones de verano la bacteria puede sobrevivir en la superficie de plantas voluntarias de tomate, pero en una cantidad muy baja.

3.3.1.6. Control

El control de la Peca Bacteriana se dificulta una vez establecida en los campos la estrategia a utilizar se basa en eliminar las plantas enfermas tan pronto como se detecten,

usar semilla sana, establecer una rotación de cultivos, favorecer la aireación del invernadero para disminuir la humedad y aplicar productos bactericidas (Mavunganidze *et al.* s. f.; Latorre 1999 & Sanguinetti 2003).

Por otro lado, se deben mantener todos los terrenos de producción libres de malezas y plantas voluntarias, y no amontonar desechos vegetales en o cerca de las zonas de producción (Jones *et al.* 2001).

Blancard (1996), señala que es necesario airear al máximo los cultivos bajo cubierta, evitar los riegos por aspersión, que en caso de no poder evitarlo, efectuar el riego por la mañana (jamás durante la tarde) con el fin de secar durante el día el follaje.

El riego por aspersión, aumenta la incidencia cuando la bacteria está presente, y por lo tanto se debe usar en lo posible riego por goteo o surcos; para complementar un manejo integrado en invernaderos es conveniente el control de la humedad, evitando la presencia de agua libre en las plantas, ventilándolos en forma constante (Gabor & Wiebe; Rista citados por Sanguinetti 2003).

Jones *et al* (2001), plantean evitar el cultivo de tomate en el mismo terreno por dos años consecutivos, producir plantines libres de la enfermedad en lugares donde no se haya producido tomate anteriormente, y el tratamiento a las semillas debe ser un procedimiento de rutina.

Se reporta que el uso de variedades resistentes, como una forma de controlar la enfermedad; aunque se indica en contraste que no existen cultivares de tomate totalmente resistentes a la Peca Bacteriana y que sólo algunas líneas soportan la enfermedad mejor que otras (Gabor & Wiebe; Venette; Lamey & Smith; citados por Sanguinetti 2003).

Estreptomicina es utilizada para el control a la mancha bacterial, aunque la resistencia a ésta es común en algunas poblaciones, aún cuando el antibiótico es raramente utilizado (Wilson *et al.* 2002).

Pohronezny & Volin (citados por Sanguinetti 2003), indican que aun cuando no se conocen productos químicos específicos para el control de la Peca Bacteriana, el uso de Mancozeb, Cobre y Antibióticos como la Estreptomicina pueden utilizarse dentro de un plan estratégico de control, ya que trabajos recientes han demostrado que el cobre asociado con este fungicida de la familia de los ditiocarbamatos aumenta la eficacia del cobre.

Además se establece que aplicaciones de cobre en forma preventiva como caldo bordelés o como oxiclورو de cobre, pueden disminuir la incidencia y la dispersión del organismo patógeno. El cobre proporciona un control parcial de la enfermedad, por lo cual se debe aplicar al aparecer los primeros síntomas y repetir a intervalos de 10 o 14 días si las condiciones frescas y húmedas prevalecen (Jett & Rista; Davis *et al.*; citados por Sanguinetti 2003).

Wilson *et al.* (2002) indican, que el uso de bactericidas basado en cobres, han desarrollado rápidamente resistencia mediada por plásmidos volviéndolos relativamente inefectivos. Añade que, la combinación de estos con bisditiocarbamatos, Maneb o Mancoceb, provee un mejor espectro de control aún sobre poblaciones tolerantes al cobre. Sin embargo advierte, esta combinación es moderadamente efectiva y potencialmente cancerígena. Como alternativa se plantean a los “Activadores de Plantas” mostrándose promisorios al control de enfermedades causadas por bacterias fitopatógenas de frutos y vegetales.

3.3.2. El Moteado Bacteriano de la Hoja

La Mancha foliar en plantas de tomate es considerado un patógeno débil y oportunista, frecuentemente encontrado en heridas y como un organismo secundario, presente en infecciones mixtas con otros patógenos que causan manchas y necrosis foliares; esta enfermedad usualmente no se encuentra en tomate y en caso de presentarse no es común que se produzca daño económico (Jones *et al.* 2001 & Sanguinetti 2003).

3.3.2.1 Organismo Causal

El organismo causal, según Blancard (1996) es *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* Hall.

Jones *et al.* (2001), explican que, es una bacteria con forma de bacilo, no formadora de esporas, Gram negativa y aerobia; sus colonias son fluorescentes cuando se cultivan en el medio B de King, y produce “levana”. Además, la bacteria induce reacción hipersensible en tabaco, produce reacciones negativas para las pruebas de oxidasa, arginina dehidrolasa, y la podredumbre blanda de patata. No obstante, advierten, estas pruebas no son útiles para diferenciar a este patógeno de *P.syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young, Dye & Wilkie, con el cual puede ser confundido fácilmente. Ambos organismos pueden distinguirse por su patrón de ácidos grasos.

3.3.2.2. Condiciones Ambientales Favorables

Esta enfermedad se desarrolla a temperaturas bajas y con humedades relativas altas (Blancard 1996).

3.3.2.3. Síntomas

La sintomatología es similar a la producida por la Mancha Bacteriana, pero de mayor tamaño. La sintomatología en hojas pueden variar desde manchas color café sin presencia de halo, hasta manchas color café oscuro con aureolas amarillas brillantes (Sanguinetti 2003 & Blancard 1996).

En ocasiones, el patógeno puede ser aislado de los tejidos marginales necróticos, las zonas extensas quemadas, y los tejidos que aparentemente han sufrido daños por heladas; sin embargo, es necesario aislar la bacteria y realizar pruebas de laboratorio

para determinar qué patógeno está involucrado (Jones *et al.* 2001; Gabor & Wiebe citados por Sanguinetti 2003).

3.3.2.4. Hospederos

Pseudomonas syringae pv. *syringae*, es sin lugar a dudas la bacteria fitopatógena más polífaga y ubicua, capaz de causar infección en alrededor de 170 especies diferentes, sin descartarse hallarla como parte de la flora epífita de algunos vegetales (Sanguinetti 2003).

3.3.2.5. Ciclo de la Enfermedad y Epidemiología

Diseminación. Jones *et al.* (2001), explican que las únicas fuentes de inóculo conocidas son otros huéspedes donde la bacteria crece de forma epífita.

Cuando el clima es húmedo, las bacterias exudan de las manchas y se propagan hacia otras hojas por contacto directo, a través de insectos, lluvia y otros factores (Agrios citado por Sanguinetti 2003).

Penetración. Sanguinetti (2003), propone que el mecanismo de penetración de *P. syringae* pv. *syringae*, en el tejido del tomate tiene homología con el que ocurre a través de la homología con el que ocurre en los frutos de carozo; explicándolo de la siguiente manera, la infección se produce a través de estomas, la bacteria se propaga

intercelularmente produciendo el colapso y muerte de las células, dando origen a pequeñas manchas de forma irregular.

Para su penetración, es necesario la presencia de cortes para que la infección y el agente patógeno puedan invadir la planta; sin embargo, la bacteria puede invadir lesiones ya existentes causadas por otra enfermedad (Blancard 1996; Gabor & Wiebe citados por Sanguinetti 2003).

Supervivencia. La bacteria sobrevive tanto en plantas hospederas como no hospederas en un estado no parasitario, y puede diseminarse desde esas plantas cuando las condiciones medio ambientales frías y húmedas favorecen el desarrollo de la enfermedad (Gabor & Wiebe, citados por Sanguinetti 2003).

3.3.2.6. Control

La ventilación, eliminación de exceso de humedad en el invernadero, la utilización de productos cúpricos son algunas de las medidas aconsejadas para su erradicación (Blancard 1996).

Las aplicaciones semanales de bactericidas controlan bien esta enfermedad; sin embargo, en la mayoría de los casos las pérdidas económicas causadas por enfermedad son irrelevantes, y las medidas de control no son necesarias (Jones *et al.* 2001).

Gabor & Wiebe (citados por Sanguinetti 2003), recomiendan hacer aspersiones de cobre y añaden si se sospecha de esta enfermedad se debe verificar que los síntomas sean causados por *P. syringae* pv. *syringae* y no por otra enfermedad bacteriana que requeriría un control más estricto. Para asegurar que el causante del problema es el Moteado Bacteriano, Jones *et al.* (2001), recomiendan realizar una caracterización exhaustiva y precisa del agente causal.

3.3.3. La Mancha Bacteriana o Sarna bacteriana

La Mancha Bacteriana está presente en cualquier lugar en el que se cultive tomate o pimiento, aunque es más importante en regiones tropicales y subtropicales, donde la cantidad de precipitación es alta o moderada. La enfermedad está considerada como el mayor limitante de la producción de tomate alrededor de todo el mundo ya que ataca cada una de las partes de la planta (Jones *et al.* 2001 & Shenge *et al.* 2007).

Jones *et al.* (2001), señalan que, esta enfermedad se observó por primera vez en Estados Unidos (1912) y Suráfrica en (1914), y fue identificada en Suráfrica en 1921 por E. M. Doidge; además manifiestan que su ocurrencia es severa, pero de excepcional importancia en la Florida.

Carmo *et al.* (citado por Aguiar *et al.* 2003), consideran que las poblaciones resistentes de *X. campestris* pv. *vesicatoria* son las responsables de los rápidos aumentos de la tasa

de infección, a partir del apareamiento de ambientes propicios para grandes epidemias de Mancha Bacteriana.

Las pérdidas que ocurren en el cultivo, plantean Jones *et al.* (2001), son debidas tanto a la defoliación como a la severa afección de frutos lo que anula su valor comercial. Shenge *et al.* (2007) explican, que la fruta pierde peso (tasando este alrededor del 52%) y también calidad.

Blancard (1996) señala, que *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, posee muchas características parecidas a *P. syringae*, por lo que no es raro, que estas dos se presenten juntas.

3.3.3.1. Organismo Causal

La Mancha Bacteriana es causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye, aunque se reporta que esta bacteria fue reclasificada recientemente proporcionando dos nuevas especies: *Xanthomonas vesicatoria* y *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Jones *et al.* 2001 & Aguiar *et al.* 2003).

A pesar de la severa distinción genética y fenotípica, distintos grupos pueden ser identificados entre las cepas de este diverso patógeno, ya que todos comparten un clúster de genes regulatorios asociados, requeridos para presentar susceptibilidad en un

hospedero sensible y para la introducción de respuestas hipersensibles en hospederos y no hospederos resistentes (Minsavage *et al.* 2004 citando a Jones & Stall; Lindgren).

Shenge *et al.* 2007 (citando a Stall *et al.* & Vauterin *et al.*) indica que varias investigaciones han demostrado que existe un alto grado de variación entre *X. campestris. pv. vesicatoria*; la presencia de variaciones subespecíficas en el patógeno, aclara, ha probado ser el mayor obstáculo para un uso efectivo de variedades de tomate resistentes en el manejo de la Mancha Bacteriana.

Jones *et al.* (2001), reportan a *X. campestris pv. vesicatoria* como un bacilo móvil, aerobio estricto, Gram negativo, que mide 0.7-1,0 x 2.0-2.4 μm y posee un único flagelo polar. La bacteria crece relativamente despacio con agar nutritivo y las colonias son amarillas, circulares, lisas, con apariencia acuosa y brillante. La bacteria produce ácido pero no gas, a partir de arabinosa, glucosa, sacarosa, galactosa, trealosa, celobiosa, y fructosa; también produce xantomonadinas

3.3.3.2. Condiciones Ambientales Favorables

El desarrollo de esta enfermedad se ve favorecido con temperaturas templadas (24-30°C) (Álvarez, s. f.); y con un óptimo de 25 °C (Blancard, 1996).

Debido a la inexistencia de cultivares resistentes, Aguiar *et al.* (2003), manifiestan que esta bacteria puede ocasionar problemas muy graves cuando el cultivo es conducido en condiciones de lluvias prolongadas y temperaturas de 22 a 32 °C.

3.3.3.3. Síntomas

Shenge *et al.* (2007) señalan, que esta bacteria ataca a cada una de las partes de la planta de tomate, y que los síntomas de esta enfermedad, aparecen en hojas, flores peciolos, tallos y raíces.

Los primeros síntomas que se observan son el oscurecimiento de las hojas que se vuelven acuosas, apareciendo puntos angulosos de menos de 3 mm de diámetro, que pueden estar rodeados o no de un halo amarillo (Álvarez s. f.).

AVRDC (s. f.) indica que los síntomas de hojas consisten en pequeñas manchas aguanosas que llegan a ser cafés y circulares; sin embargo aclaran que numerosas lesiones pueden ocurrir en conjunto causando áreas necróticas. Shenge *et al.* (2007) advierten que este tipo de lesiones, causan defoliación lo que a su vez resulta en una reducción del peso ideal de la fruta para el mercado e incrementan el riesgo de escaldaduras por el sol.

Cuando las condiciones son óptimas para el desarrollo del cultivo, las lesiones producidas en hojas, peciolos, y en el raquis, coalescen y forman estrías oscuras

alargadas cuando esto tiene lugar, deviene un marchitamiento generalizado de follaje y las plantas parecen amontonadas debido a una epinastia severa (Jones *et al.* 2001).

AVRDC (s. f.), indica que las hojas se vuelven cloróticas y caen; pero algunas se secan y permanecen en la planta. El follaje necrótico, aclara Jones *et al.* (2001) suelen permanecer en la planta, dando una apariencia de chamuscado.

En frutos inmaduros produce pequeñas lesiones necróticas, rodeadas de una halo acuoso, posteriormente toman un color pardo y una apariencia sarnosa (Latorre 1999).

3.3.3.4 Hospederos

X. campestris pv. *vesicatoria* afecta a tomate y pimiento, aunque se advierte, más frecuente el ataque en pimiento. Además existen algunas Crucíferas que crecen como plantas voluntarias portadoras del agente causal (Álvarez s. f. & VEGETABLEMDONLINE s. f).

3.3.3.5. Ciclo de la enfermedad y Epidemiología

Poblaciones de bacterias resistentes o epífitas pueden constituir una fuente de inóculo capaz de iniciar epidemias cuando las condiciones ambientales se tornan favorables a la infección. Entre las fuentes de inóculo alternativas más importantes están los campos

infestados a través de semilla, plántines de trasplante y algunas Crucíferas (Aguiar *et al.* 2003 citando a Hirano & Upper; VEGETABLEMDONLINE s. f).

Diseminación. La diseminación del agente causal, indica VEGETABLEMDONLINE (s. f), puede realizarse por el viento, salpicaduras de agua, por trabajadores, maquinaria y ocasionalmente por insectos. Jones *et al.* (2001), aclaran que, la bacteria se dispersa entre campos de cultivo mediante gotas de lluvia transportadas por el viento, el pinzamiento de los trasplantes y los aerosoles.

Penetración. La invasión de la planta tiene lugar a través de los estomas y de las heridas producidas por la arena transportada por el viento, por insectos picadores, o por medios mecánicos (Jones *et al.* 2001).

VEGETABLEMDONLINE (s. f.) dilucida el proceso de penetración de *X. campestris*, asegurando que, puede sobrevivir en la superficie de las hojas por varios días hasta que son conducidas hacia los hidátodos o heridas donde la enfermedad efectivamente puede dar comienzo.

La bacteria entra a las hojas a través de los hidátodos, que se localizan en los márgenes de los folíolos, cuando hay exudación de agua a través de estas, fenómeno que ocurre durante la noche.

Las heridas incluyendo la dejada por insectos al alimentarse o cualquier daño producido en las raíces al trasplante también provee entradas al patógeno.

Supervivencia. El patógeno es capaz de sobrevivir en plantas de tomate espontáneas y en restos de plantas infectadas. La semilla puede también actuar como medio de supervivencia y diseminación de la bacteria (Jones *et al.* 2001).

Bashan *et al.* (citados por Aguiar *et al.* 2003) verifican la supervivencia de la bacteria en hojas de pimiento aparentemente sanas, las que sin embargo, presentan síntoma de la Mancha Bacteriana cuando las condiciones se vuelven conductivas.

Puede también sobrevivir en la superficie de tejidos verdes de plantas espontáneas y plantas cultivadas no hospederas (Aguiar *et al.* 2003 citando a Hirano & Upper).

X. campestris, puede sobrevivir asociada a desechos de los cultivos hasta su completa descomposición, llegando a ser una bacteria de vida libre en el suelo por cerca de 40 o 60 días, aunque se indica que en este lapso no se considera a la presencia de la bacteria como una fuente importante para el desarrollo de la enfermedad (VEGETABLEMDONLINE s. f.)

3.3.3.6. Control

El éxito o fracaso del control químico de la bacteria, puede ser en parte atribuido a una mayor o menor eficiencia de los principios activos aplicados, a los cuidados en las épocas de tratamiento y principalmente a la sensibilidad o resistencia de las poblaciones

del patógeno a bactericidas comúnmente empleados (Aguilar *et al.* 2003 citando a Stall; Kimura & Carmo).

Shenge *et al.* (2007 citando a Yu *et al.*; Blancard; CABI) reportan a la resistencia de la planta a la Mancha Bacteriana como el medio más efectivos de control aunque indican, que existe otros métodos de manejo de la enfermedad que incluyen la desinfección de los suelos y el tratamiento de la semilla con hipoclorito de sodio.

Barros & Rosato (1996) indican que, el control de la enfermedad es proporcionado principalmente por el empleo de bactericidas basados en formulaciones cúpricas y antibióticos como la estreptomicina; sin embargo indican, ambos compuestos se han vuelto menos efectivos debido al desarrollo de resistencia por algunas cepas de *Xanthomonas*.

Voloudakis *et al.* (citados por Barros & Rosato 1996) han demostrado que los genes de resistencia al cobre de diferentes aislamientos del agente causal están estrechamente relacionados entre ellas y todas muestran similitudes con el gen *copA* de las *Pseudomonas*. Estudios preliminares apuntan a que aislamientos de *X. campestris* pv. *vesicatoria* acumulan cobre en el periplasma y en la membrana externa.

Se han constatado poblaciones de la bacteria resistentes desde 28 hasta 1,800 mg/ml de Cu⁺⁺ *in vitro*; sin embargo también se exponen aislamientos de *X. campestris* pv. *vesicatoria*, sensibles a mezclas de cobre con etileno-bis-ditiocarbamatos (Mancozeb,

Maneb y Zineb) tanto *in vitro* como *in vivo*. Los fungicidas cúpricos (Hidróxido de Cobre, Oxiclورو de Cobre y Óxido Cuproso) con etilenobisditiocarbamatos presentan un efecto sinérgico, requiriéndose dosis más bajas de cobres para inhibir la bacteria (Aguiar *et al.* 2003 citando a Aguiar *et al.*; Marco & Stall; Maringoni & Kimati).

Latorre (1999) indica que para complementar el combate al agente se debe mantener una rotación de cultivos, que permita la total descomposición de los residuos enfermos y la utilización de semilla sana producida en zonas libres de esta bacteriosis

La EPA (s. f.) plantea como alternativa de control al uso de bacteriófagos, los cuales están dentro de la categoría de virus que manifiestan alta selectividad a bacterias ya que cada fago es específico para cada bacteria.

3.3.4. La Marchitez Bacteriana

La Marchitez Bacteriana también conocida como “Podredumbre Bacteriana Sureña” o “Marchitez Bacteriana de las Solanáceas”, es una de las más importante patologías en zonas cálidas, templadas subtropicales y tropicales del mundo (Jones, *et al.* 2001).

García *et al.* (1999) indican que, *R. solanacearum* es un organismo cosmopolita con reportes en Asia, África y América se la encuentra también en climas fríos y con grandes altitudes.

Cardoso *et al.* (2001) señalan que, *R. solanacearum* ocasiona más importante de las patologías en campos cultivados con tomate, aducen además, que en Brasil está presente en todas las regiones y son causales de daños irreversibles en las plantas de tomate.

Hernández *et al.* (2005) indican que, *R. solanacearum* ataca a cultivos alimenticios (como el tomate, papa, berengena, etc.), industriales (como el tabaco) y ornamentales (como las heliconias) causando en todos ellos la Marchitez Bacteriana.

3.3.4.1. Organismo Causal

La Marchitez Bacteriana es causada por *Ralstonia solanacearum* (ex *Burkholderia solanacearum*; sin. *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith] (Jones *et al.* 2001 & García *et al.* 1999).

Según Jones *et al.* (2001), esta bacteria es un bacilo Gram negativo de 0.5-0.7 x 1.5-2,0 µm, móvil gracias a que presenta de uno a cuatro flagelos polares. La bacteria es aerobia, da reacciones positivas para las pruebas de catalasa y oxidasa, y produce nitritos a partir de nitratos.

Como las *Pseudomonas* no fluorescentes, produce inclusiones intracelulares, retráctiles, sudanofílicas, compuestas por ácido polidroxibutírico; esta condición se presenta tanto en cultivos puros como en exudados de plantas debido a la presencia de polibetabutirato (detectado con la tinción con Sudan Black) (Jones *et al.* 2001 & Neto s. f.).

Algunos aislados bacterianos, de acuerdo a Jones *et al.* (2001), producen un pigmento marrón que se difunde en medios complejos, y un pigmento negro en rodajas de patata esterilizadas mediante autoclave. El patógeno da reacción negativa para la producción de levana, hidrólisis del almidón, producción de indol, sulfito de hidrógeno, e hidrólisis de aesculina. Además, puede crecer en medios líquidos compuestos por 0,5% y 1 % de NaCl, pero no 2% de NaCl, y producir una hidrólisis débil de la gelatina.

Neto (s. f.) indica que existen varios medios de cultivo selectivos para *R. solanacearum* consignado como el más importante el Medio TZC (Medio Kellman 1954 con Cloruro de 2, 3, 5 trifenil-tetrazolio); donde las colonias virulentas del agente causal presentan colonias fluidas, ligeramente rizadas, de coloración blanca con crema con el centro rosáceo; frecuentemente son irregulares y raramente redondeadas. Las cepas no virulentas son redondas, butirosas y de coloración rojiza, aunque afirman que, los contaminantes también presentan esta tonalidad.

Esta especie bacteriana es compleja y presenta diferentes aislamientos con características fisiológicas y de patogenicidad distinta, debido a esto, es conveniente evaluar el potencial de patogenicidad a través del conocimiento de las razas y bioformas, aún cuando este conocimiento aporte apenas una idea superficial del aislamiento estudiado (Neto s. f.)

R. solanacearum es una especie compleja que presenta gran diversidad; aunque los investigadores han dividido la especie en “grupos”, estirpes, patovares, biotipos, y

razas, no existe un consenso universal para definir una división intraespecífica válida (Jones *et al.* 2001).

Neto (s. f.) & Jones *et al.* (2001) señalan que, de forma general, se ha utilizado la división de la especie en biotipos y razas; esto divide a *R. solanacearum*, en cuatro biotipos, basados principalmente en la utilización en laboratorio de ciertos disacáridos y alcoholes hexosa: y en tres razas, basadas en la gama de plantas hospederas.

La raza I es la de mayor interés, ya que ataca a la mayoría de los huéspedes solanáceos, incluyendo el tomate.

La raza II, ataca a las musáceas (banano, plátano, abacá y heliconias).

La raza III, es específica de papa, aunque afecta a otros hospederos en condiciones especiales.

García *et al.* (1999), indican que a más de estas razas, existen numerosos patotipos relacionados con las áreas geográficas donde estos se localizan. Neto (s. f. citando a French) advierte, que la clasificación antes mencionada, basada en la patogenicidad de hospedante puede proporcionar interpretaciones equivocadas, toda vez que aislar la bacteria de determinada planta no significa que el patógeno esté mejor adaptado al hospedante.

3.3.4.2. Condiciones Ambientales Favorables

Tanto la infección como el desarrollo de la enfermedad, son favorecidos por temperaturas altas (óptimo a 30-35°C), y humedad elevada (Jones *et al.* 2001).

3.3.4.3 Síntomas

Los síntomas de esta enfermedad consisten en la flaccidez de algunas de las hojas más jóvenes de la planta luego de lo cual, comienzan con la caída de las hojas basales seguidos por la marchitez total de la planta (Jones *et al.* 2001 & Álvarez, s .f.).

En los tallos de plantas infectadas pueden aparecer raíces adventicias, siendo éstas más pronunciadas cuando la enfermedad se desarrolla lentamente bajo condiciones subóptimas para el desarrollo de la enfermedad. En los tallos jóvenes se pueden observar a través de la epidermis rayas oscuras y angostas que corresponden a los haces vasculares infectados; los cuales con una ligera presión liberan un exudado bacteriano mucilaginoso y lechoso. Cuando se hace un corte longitudinal en el tallo de la planta afectada se puede observar un exudado gris gelatinoso, con una decoloración vascular que va desde un color amarillo a café claro que posteriormente se oscurece y se ahueca a medida que aumenta la enfermedad. Si la infección en el tallo es severa, este inmerso en agua la deja completamente lechosa en 10 a 15 min (Jones *et al.* 2001; García *et al.* 1999 & Álvarez s. f.).

Los síntomas que se observan en las partes subterráneas de la planta están constituidos por un decaimiento radical de intensidad variable, dependiendo del estado de desarrollo de la enfermedad. Inicialmente, sólo un número limitado de raíces muestran una podredumbre parda. Sin embargo, a medida que progresa la enfermedad y que la planta se marchita de forma permanente, la podredumbre parda afecta al sistema radical completo (Jones *et al.* 2001).

Los estados avanzados de la enfermedad, de acuerdo a Jones *et al.* (2001), se pueden producir a los 2 o 3 días después de la aparición de los primeros síntomas.

3.3.4.4. Hospederos

R. solanacearum afecta a más de 30 familias de plantas y a más de 200 especies de plantas tanto cultivadas como silvestres. Los huéspedes de mayor importancia económica se encuentran dentro de la familia Solanaceae, con la excepción del Plátano. Entre las Solanaceas se encuentran tomate, patata, tabaco y berenjena; siendo los más susceptibles el tomate y la papa. (García *et al.* 1999 & Jones *et al.* 2001).

En algunos trabajos recientes, se indica que, ciertos cultivos que previamente no habían sido reconocidos como plantas hospederas (entre los que se incluyen cereales), pueden albergar poblaciones de *R. solanacearum.*, y este hecho puede potenciar la supervivencia a largo plazo del patógeno en el suelo (Jones *et al.* 2001).

3.3.4.5. Ciclo de la enfermedad y Epidemiología

Diseminación. La bacteria se disemina al trasplantar almácigos enfermos, por el salpicado y el escurrimiento superficial de las lluvias o del riego por aspersión. A través del contacto de raíces sanas y enfermas. También se considera un método de diseminación a las podas (Latorre, 1999 & Álvarez, s. f.).

Penetración. Esta bacteria utiliza las aperturas naturales y heridas de las raíces producidas en trasplante, emergencia de raíces secundarias, o bien las dejadas fruto de la alimentación de nematodos para invadir a la planta (Álvarez s. f & Hernández *et al.* 2005).

Una vez dentro del hospedero, la bacteria presenta afinidad por el sistema vascular, donde se multiplica rápidamente en vasos xilemáticos, aprovechando los mecanismos de transporte de agua para su rápida diseminación dentro de la planta, llenando estos vasos con células bacterianas y propiciando el marchitamiento del vegetal como consecuencia de la disminución del flujo normal de agua (Jones *et al.* 2001 & Hernández *et al.* 2005).

La invasión de un solo haz lateral en el peciolo de una hoja de tomate, produce epinastia, mientras la invasión de todos los haces produce el marchitamiento, el mismo que ocurre 2 a 5 días después de la infección, dependiendo de la susceptibilidad del hospedero, la temperatura, y la virulencia del patógeno (Hernández *et al.* 2005 citando a Messiaen *et al.* & Jones *et al.* 2001)

Observaciones al microscopio de luz, de tejidos de tallos de tomate han mostrado la presencia de masas bacterianas, densamente teñidas en el xilema; en observaciones al microscopio electrónico de transmisión, se detectó la presencia de la bacteria en el xilema primario, pero no en el secundario de un material resistente, mientras que en el material susceptible se observó tanto en xilema primario como secundario (Hernández *et al.* 2005 citando a Grimault *et al.* & Nakaho *et al.*).

Hernández *et al.* (2005 citando a Messiaen *et al.*), indica que cuando resultan invadidos los haces vasculares del tomate, se presenta una tendencia a formar raíces adventicias que se desarrollan en el tejido, precisamente en la parte exterior del haz invadido. El marchitamiento, según se cree, es debido a la obstrucción mecánica gradual de los vasos del xilema, pero también pudiera ser que las materias tóxicas producidas por el patógeno pudieran suplir a los factores físicos en la producción de síntomas).

Supervivencia. Este organismo sobrevive en el suelo durante largos periodos de tiempo en ausencia de plantas hospederas pudiendo ir en forma latente y asintomática en los mismos (Jones *et al.* 2001 & García *et al.* 1999).

Jones *et al.* (2001) indican que, suelos bien drenados con buenas características de retención de agua, son adecuados para la supervivencia de esta bacteria. Otras características del suelo que promueven su supervivencia son temperaturas de moderadas a altas, y pH entre bajo y moderado. Los suelos que permiten la desecación del patógeno, o promueven la actividad de organismos antagonistas, aclaran, reduce la supervivencia del agente causal.

3.3.4.6. Control

No existe una estrategia efectiva de control, la utilización de semillas libres de bacterias, el empleo de variedades resistentes, la utilización de injertos con resistencia a esta patología sólo son estrategias de manejo de la enfermedad, por cuanto existen reportes que las variedades resistentes llegan a ser susceptibles bajo temperaturas altas en el campo (Álvarez s. f.; Cartín & Wang 1996)

La Marchitez bacteriana de plantas cultivadas es difícil de combatir en suelos infestados, la rotación utilizando un cultivo no susceptible proporciona cierto control; pero esta medida es difícil de poner en práctica debido a la amplia gama de plantas hospederas del patógeno; durante la rotación se debe destruir residuos y plantas enfermas tan pronto como estas aparezcan (Jones *et al.* 2001 & Latorre 1999).

Álvarez (s. f.) & Jones *et al.* (2001), señalan que la desinfección de suelos también se consigna como una de las medidas aconsejadas para la disminución de inóculo, no obstante el tratamiento del suelo con un fumigante inespecífico es caro y no siempre proporciona un control que dure todo el período de cultivo.

3.3.5. El Chancro Bacteriano

El Chancro Bacteriano es una enfermedad importante que afecta al tomate cultivado en todo el mundo. Los ataques del Chancro ocurren de forma esporádica, pero pueden llegar a ser devastadores. Produce en la planta de tomate una enfermedad vascular que

se manifiesta por medio de una serie de síntomas sistémicos (Jones *et al.* 2001 & Álvarez s. f.).

Los tomates pueden ser objeto de pérdidas muy severas por la enfermedad en cualquier forma de cultivo; pero el Chancro Bacteriano es especialmente severo en tomate trasplantado o de siembra directa, que haya sido pinzado o podado (Jones *et al.* 2001).

3.3.5.1. Organismo Causal

El Chancro bacteriano es causado por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* David *et al.* (Sin. *Corynebacterium michiganense* Jensen) (Jones *et al.* 2001).

Jones *et al.* (2001) explican que, el chancro bacteriano es una bacteria aerobia, Gram positiva, no formadora de esporas, y no "acid-fast". Existe información diversa sobre su movilidad y encapsulación, pero en general esta bacteria es considerarla negativa respecto de estas características. Las colonias desarrolladas en agar nutritivo tienen un color amarillo característico y alcanzan un diámetro de 2-3 mm en 5 días. Las colonias son lisas, y tienen márgenes completos y consistencia mantecosa: aunque el aspecto de ellas es variable, dependiendo del medio semiselectivo.

3.3.5.2. Condiciones Ambientales Favorables

Con temperaturas de entre 18 a 24 °C con más del 80% de humedad el agente causal posee condiciones óptimas para su desarrollo (Blancard 1999).

3.3.5.3. Síntomas

El primer síntoma, del Chancro Bacteriano es una marchitez sistémica de la planta, esto incluye epinastia de las hojas más cercanas al suelo, el abarquillamiento hacia arriba de los márgenes de los folíolos y la marchitez de los folíolos, los que a menudo ocurre de forma unilateral en la hoja por tratarse de una enfermedad vascular se pueden observar hojas o tallos que muestran sus síntomas de marchitez y amarillamiento solo en la mitad de estos (Jones *et al.* 2001 & Álvarez, s. f.).

En la parte interior del tallo se puede observar una tenue decoloración vascular algo rojiza especialmente en la base de la planta (Álvarez, s. f. & Miller *et al.* s. f.).

En plántulas de invernadero las lesiones pueden aparecer como pústulas elevadas e hojas y tallos. Estas plantas raramente sobreviven un ciclo completo en campo (Miller *et al.* s. f.).

Bajo determinadas condiciones, pueden formarse en las hojas un moteado de coloración verde pálida a blanca cremosa, constituido por pequeñas manchas parecidas a ampollas; alrededor de estas se van produciendo anillos oscuros de tejido necrótico. A medida que se distribuye la infección, amarillean los folíolos, y tiene lugar el oscurecimiento de las nerviaciones foliares (Jones *et al.* 2001).

Miller *et al.* (s. f.) indican que síntomas secundarios en campo incluyen hojas con tejido marginal necrótico adyacente a bandas delgadas de tejido clorótico y lesiones en los frutos los cuales se presentan como manchas relativamente pequeñas rodeadas de un halo blanquecino.

Latorre (1999) plantea que, se desarrollan canchros abiertos a lo largo de los tallos y son generalmente precedidos por el desarrollo de estrías blanquecinas. Al cortar longitudinal o transversalmente los tallos, advierte, de los pecíolos se observa una amarillez y necrosis del tejido vascular.

En los frutos aparecen pequeñas lesiones necróticas rodeadas por un halo blanquecino que otorga el aspecto de un ojo de pájaro, estas tienen unos 3-6 mm de diámetro y pueden dar al fruto una apariencia de costra o roña. Cuando el Chancro Bacteriano invade a los tejidos internos del fruto, causa rupturas amarillas a cafés. Los síntomas en el fruto ocurren raramente pero cuando están presentes su apariencia tan distintiva facilita enormemente el diagnóstico de esta enfermedad (Jones *et al.* 2001 & Latorre 1999).

3.3.5.4. Hospederos

Se consigan al tomate como principal hospedante aunque también se mencionan a las plantas voluntarias que acompañan a este cultivo.

3.3.5.5. Ciclo de la enfermedad y Epidemiología

Diseminación. Los substratos y semillas constituyen las fuentes de inóculo de esta enfermedad, los ciclos secundarios de la enfermedad ocurren mediante el salpiqueo de agua, la maquinaria contaminada, y las manos de los operarios. De igual manera, puede tener lugar la dispersión de la enfermedad mediante estaquillas de tomate, y debido al pinzamiento de los trasplantes (Miller *et al.* s. f. & Jones *et al.* 2001).

Blancard (1996), postula que, *C. michiganensis* se propaga por lluvia, riego por aspersión solución nutritiva en cultivo sin suelo y especialmente en operaciones como poda y deshojado (de ahí puede observarse una distribución en línea bastante característica, dentro de la parcela).

En las plantas de tomate entutoradas, la abrasión producida por las cuerdas hace que los síntomas del Chancro puedan mostrarse inicialmente en el tallo. En trasplantes pinzados, el período de latencia (tiempo entre la infección y los síntomas) es de 3 a 6 semanas, lo cual supone un grave problema en los programas de certificación de material vegetal que están basados en la sintomatología visualmente apreciable (Jones *et al.* 2001).

Penetración. El Chancro Bacteriano causado por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, tiene la habilidad de infectar a las plantas de tomate de forma sistémica; la penetración ocurre a través de heridas, ruptura de tricomas entre otras (Miller *et al.* s. f.).

Supervivencia. La bacteria sobrevive entre estaciones de cultivo en los restos del hospedero en el suelo, las malas hierbas hospederas, las plantas espontáneas, los tutores de madera contaminados (Jones *et al.* 2001).

Adicionalmente se menciona que esta bacteria se suele conservar bien en semillas, bandejas de siembra, en herramientas y goteros (Álvarez, s. f. & Blancard 1996).

3.3.5.6. Control

La eliminación de los focos de contaminación así como de las plantas próximas son una medida de evitar la propagación de la enfermedad en el invernadero; si ya se encuentra atacada un sector importante atacada, se debe poner en cuarentena y realizar cualquier actividad cultural después de la zona sana (Blancard 1999).

Latorre (1999), aconseja una rotación de cultivos con al menos un año libre de tomate, cuando sea posible practique la siembra directa y elimine completamente los residuos enfermos.

Durante la poda y el deshoje Álvarez (s. f.), aconseja desinfectar los utensilios con hipoclorito de sodio al 1%. Además se recomienda la utilización de semilla libre de bacterias, utilizar de herramientas de poda desinfectadas, disminuir la humedad relativa, evitar salpicadura de agua, etc.

Las plantas muy vigorosas, después de una excesiva fertilización nitrogenada, son más sensibles a la patología por lo cual se debe tener muy en cuenta este factor (Blancard 1999). Un esquema de los ciclos de las enfermedades del tomate causados por bacterias, se muestran en el Anexo 1.

IV. METODOLOGÍA

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El proyecto, para su realización se dividió en tres fases:

La primera consistió en el levantamiento de las encuestas a productores, técnicos y encargados de los invernaderos; así como la toma de muestras de material infectado (órganos de las plantas y muestras de agua), en cada una de las jurisdicciones de los cantones que se detallan en el cuadro 4.1., y que pertenecen a las Provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Tungurahua, en los cantones que se citan a continuación:

Cuadro 4.1. Provincias y Cantones donde se Realizó el Levantamiento de Encuestas

Provincia de Imbabura	Cantón Ibarra Cantón Antonio Ante Cantón Cotacahi Cantón Pimampiro
Provincia de Pichincha	Cantón Quito Cantón Rumiñahui Cantón Cayambe
Provincia de Chimborazo	Cantón Chambo Cantón Riobamba Cantón Guano
Provincia de Tungurahua	Cantón Pillaro Cantón Patate Cantón Ambato

Elaboración: Los autores

La segunda fase consistió en el aislamiento y caracterización de los géneros causales de las bacteriosis, que se la realizó en los predios de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA, ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, sector de San Fernando, Hcda. El Prado a una altitud de 2748. Georreferencia 0787739 N 9957428W en una zona ecológica de Bosque Montano Bajo del Norte de la Sierra.

La fase final consistente en las Pruebas de Patogenicidad para cumplir los postulados de Koch y las Pruebas de Sensibilidad Varietal, fueron realizadas en un invernadero frío, de propiedad de la Carrera.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

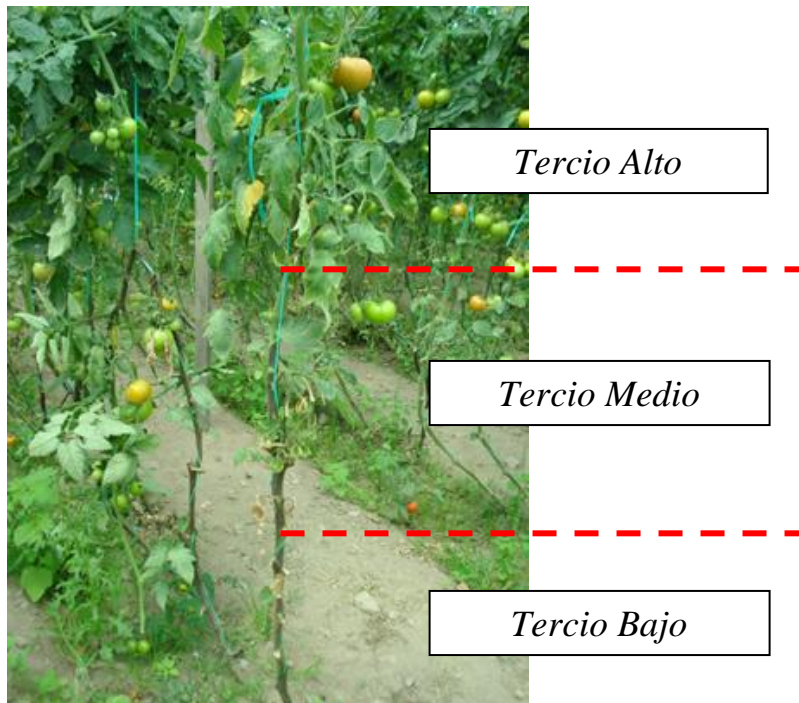
4.2.1. Toma de Información preliminar:

Se realizó a través de una encuesta a los agricultores, técnicos y propietarios, con la aplicación de un formato, el cual indagó sobre las condiciones particulares en las cuales se desenvolvían los predios tomateros (Ver Anexo 2).

4.2.2 Muestreo

Se procedió a evaluar con las plantas que presentaban los síntomas característicos de bacteriosis en cada uno de los invernaderos afectados, con el arreglo 10 x 3; es decir cada 10 hileras y cada 3 plantas.

En cada invernadero se calificó a las plantas, en función de los síntomas presentados en estas, según una variante del *Sistema Experto en Tomate (TOM)* desarrollado por el INRA, reportado por Blancard (1996); donde se evaluaron cada uno de los tercios de la planta (ver Figura 4.1.).



Elaboración: Los autores

Figura 4.1. Estratificación en Tercios de una Planta de Tomate

Se realizó en cada invernadero muestreado, tomando piezas consistentes en folíolos, hojas, frutos, tallos, racimos florales y raíces que presentaron síntomas de una bacteriosis, según lo reportado por Blancard (1996), Jones *et al.* (2001), y Shenge *et al* (2007) de la misma forma se tomó muestras de agua en reservorios, líneas de goteo, manantiales, sequias entre otros.

Las muestras fueron transportadas en cámaras de humedad individual para cada muestra, consistente en una torunda de algodón embebida en agua destilada estéril colocadas en fundas de polipropileno y selladas con cinta adhesiva. Las cámaras de humedad a su vez, fueron depositadas en un contenedor plástico con gel congelado para mantener estas muestras en refrigeración para evitar la marchitez en el transporte, hasta su llegada al laboratorio.

4.2.3 Aislamiento

Para aislar, las bacterias fitopatógenas a partir del tejido vegetal enfermo, se utilizó equipo de laboratorio de bacteriología, siguiendo los pasos establecidos en los protocolos propuestos por Falconí (1998) y Agrios (2005). El medio de cultivo utilizado fue Agar Nutritivo.

De 24 a 72 horas tras la siembra de las bacterias, se seleccionaron colonias aisladas de acuerdo a su prevalencia, fueron transferidas a tubos con Agar Nutritivo inclinado para su purificación y conservación adicionándoles Aceite de Vaselina estéril, una vez que su crecimiento era muy evidente (48 horas de incubación).

4.2.4. Identificación del Agente Causal:

Con el fin de caracterizar las cepas bacterianas aisladas, se utilizaron los protocolos propuestos por Falconí (1998), Shaad (1994) y Manual Bergey (2001). Cumpliendo con

éstos, se determinó, como se detalla en el Cuadro 4.2., las características culturales y las características fisiológicas de las colonias.

Cuadro 4.2. Características Culturales y Fisiológicas Empleadas para Caracterizar las Cepas Bacterianas Aisladas.

Características Culturales	Coloración de las Colonias	
	Respuesta en Medio Selectivo para Aislamiento de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	
Características Fisiológicas	Reacción de Gram determinada con KOH al 3%	
	Fluorescencia en Medio B de King	
	<i>Pruebas de Identificación para Géneros de Bacterias Fitopatógenas</i>	Crecimiento sobre Medio Infusión de Carne
		Crecimiento sobre Medio Infusión de Carne + Glucosa
		Crecimiento sobre Salicina
		Crecimiento sobre Lactosa
		Pudrición de la papa
	Pruebas de Oxidasa	
	Pruebas de Catalasa	
	Dihidrolasa de la arginina	
	Reducción de nitratos a nitritos	
Utilización para crecimiento de sorbitol, sacarosa, arabinosa, rhamnosa, manitol, inositol.		

Elaboración: Los autores

Para determinar las características culturales, se utilizó estéreo microscopios, microscopios ópticos y cuenta colonias.

Para determinar las características fisiológicas se utilizó equipo de laboratorio de bacteriología y un test API 20 E.

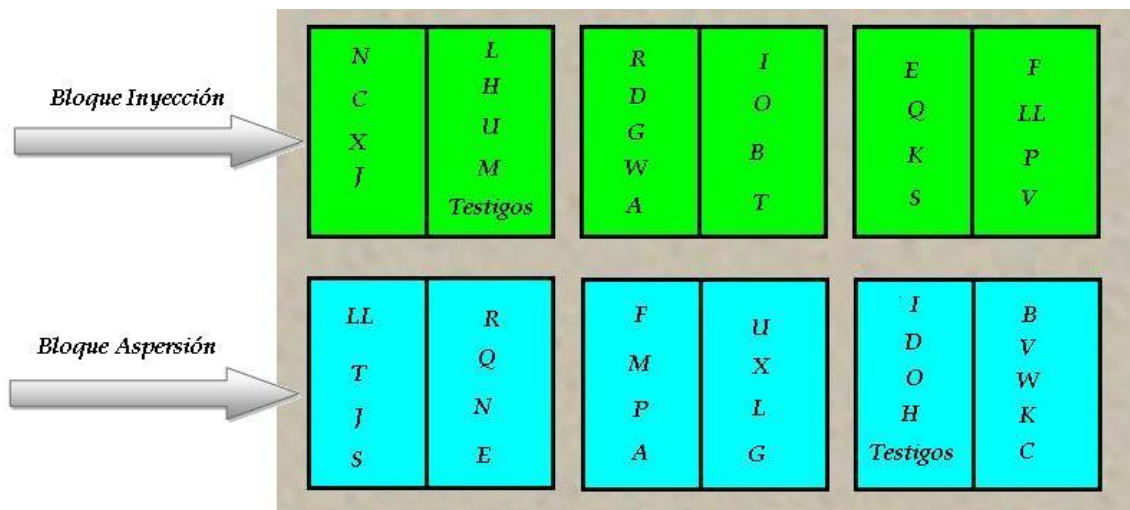
4.2.5. Pruebas de Patogenicidad

Para determinar las características de patogenicidad, requeridas para satisfacer los Postulados de Koch, las Pruebas de Patogenicidad se ejecutaron en dos fases, para las cuales, se adquirieron plantas de tomate de tres meses de edad de la Variedad Nemo Netta, en un vivero de propagación comercial, éstas que no presentaban síntomas de bacteriosis mismas que fueron trasplantadas en macetas con sustrato Hawita Base Sustratum 1 Azul. A fin de proporcionar condiciones de predisposición las plántulas fueron sometidas a altas tasas de humedad relativa en el invernadero durante 48 horas antes de la inoculación.

La primera fase, se la realizó mediante la confrontación de dos técnicas de inoculación, a través de inyección de suspensión bacteriana y a través de la aplicación de una suspensión bacteriana mediante un microaspersor.

Se inoculó una suspensión bacteriana de cada aislamiento, la cual se encontraba alrededor de 10^4 UFC/ml medidos a partir de la determinación de la transmitancia de la solución. Para el efecto, se utilizó un espectrofotómetro calibrado a 580 nm.

Las Unidades Experimentales, estuvieron constituidas de una maceta con una planta de tomate con tres a cuatro hojas verdaderas, y la distribución de estas en el invernadero se determinó, como se detalla en la Figura 4.2.



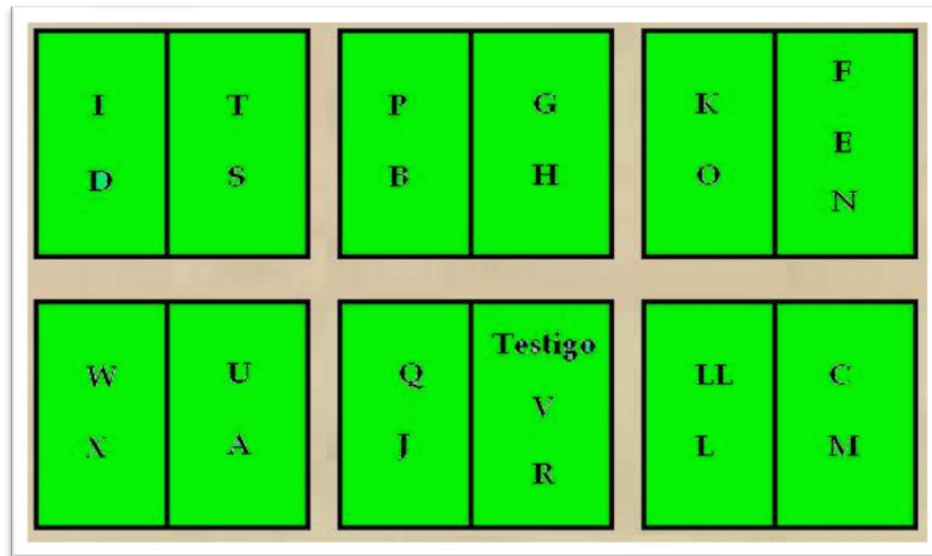
Elaboración: Los Autores

Figura 4.2. Distribución de las Unidades Experimentales en el Invernadero para Pruebas de Patogenicidad

La Variable en Estudio, evaluada fue la presencia de síntomas foliares característicos de una bacteriosis, a partir de los 15 días cada 3 días, con una variante al Sistema TOM

Para la segunda fase del ensayo, una vez determinada la mejor forma de inoculación, se reinoculó una suspensión bacteriana de cada aislamiento, en las mismas unidades experimentales. La suspensión se encontraba alrededor de 10^8 UFC/ml, medidos a partir de la determinación de la transmitancia de la solución.

Las Unidades Experimentales, estuvieron constituidas de una maceta con una planta de tomate con tres a cuatro hojas verdaderas, y la distribución de estas en el invernadero se determinó, como se detalla en la Figura 4.3.



Elaboración: Los Autores

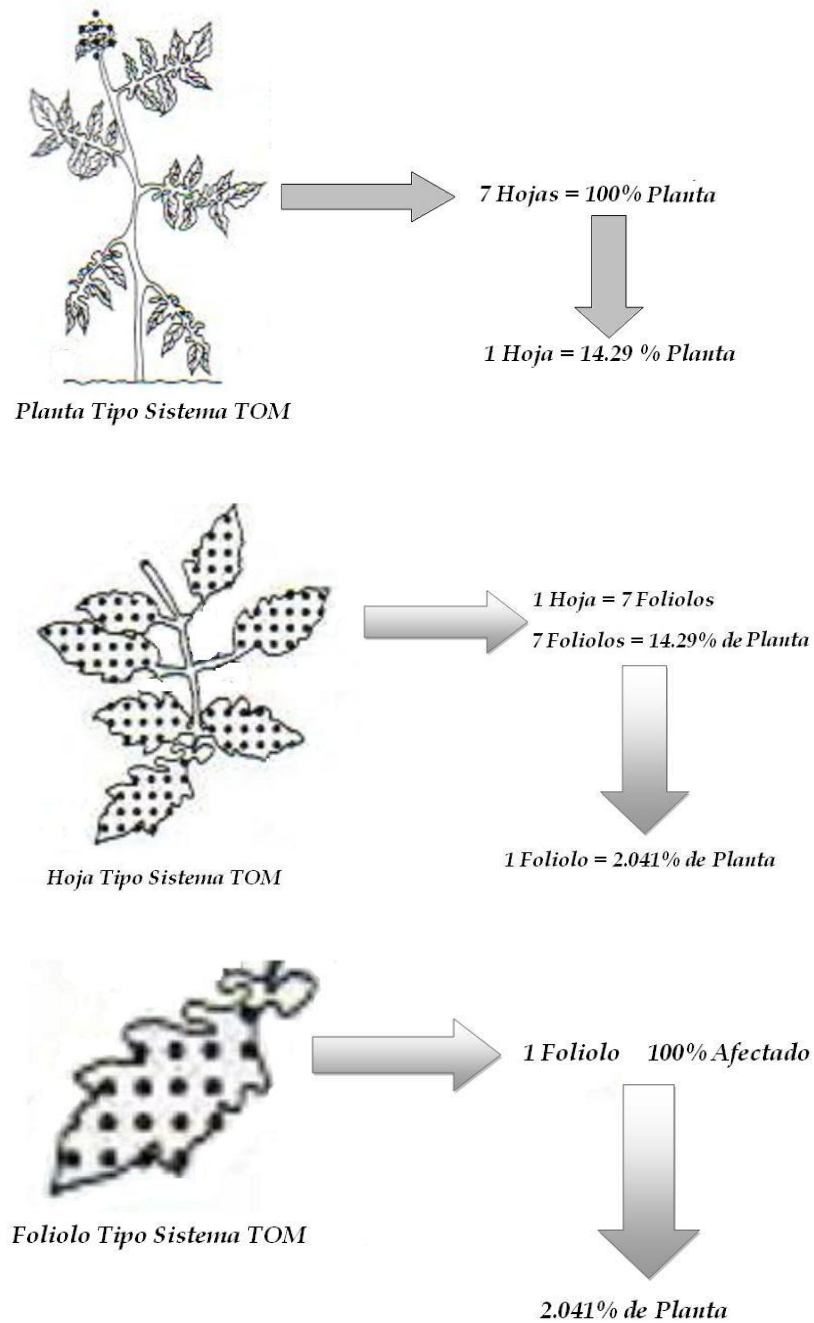
Figura 4.3. Distribución de las Unidades Experimentales de la Segunda Fase del Ensayo, en el Invernadero para Pruebas de Patogenicidad

La Variable en Estudio, evaluada fue la presencia de síntomas foliares característicos de una bacteriosis, a partir de los 15 días cada 3 días, con una variante al Sistema TOM, consignando de cada unidad experimental:

- Número de Hojas de la Planta
- Número de Hojas con Síntomas
- Localización de los Síntomas en la Planta
- Localización de las Manchas en las Hojas
- Severidad de Infección.

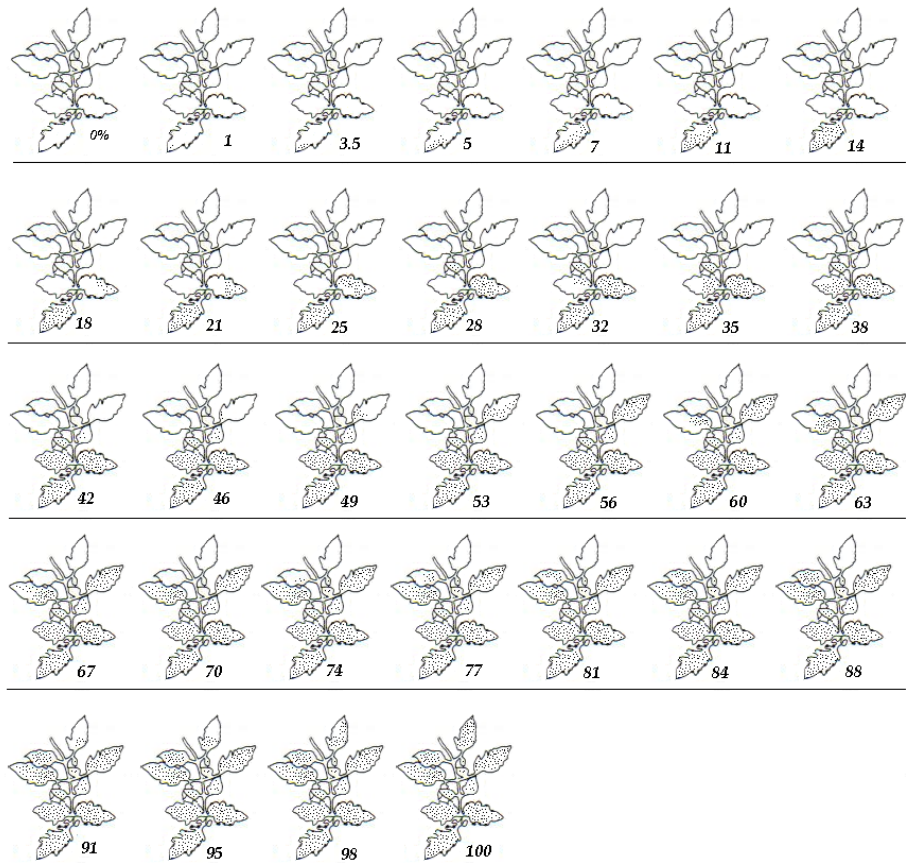
Para determinar la severidad de infección, se construyó una variante al Sistema TOM, donde se dividía a la planta en 7 hojas y cada hoja en 7 folíolos, para determinar en

función de la presencia de las manchas foliares provocadas por los aislamientos inoculados el porcentaje de planta infecta, como se muestra en las Figuras 4.4. y 4.5.



Elaboración: Los Autores

Figura 4.4. Esquema de la Variante del Sistema Experto en Tomate TOM, para Determinación del Porcentaje de Severidad de Planta Infectada.



Elaboración: Los Autores

Figura 4.6. Escala de Infección de la Enfermedad (Variante del Sistema TOM)

Se utilizó un Diseño de Bloques al Azar, para el análisis del ensayo, conformado por 25 Cepas, 1 Testigo y 9 repeticiones para cada uno, como se muestra en el Cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA) para Pruebas de Patogenicidad de Cepas Aisladas.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
TOTAL	233
Tratamientos	25
Repeticiones	8
Error	200

Elaboración: Los Autores

4.2.6. Validación de Sensibilidad de Cultivares a la Inoculación de Bacterias Fitopatógenas

Se adquirieron semillas certificadas de cultivares recientemente lanzados y otros próximos a salir al mercado, mismas que fueron propagados en pilones para trasplante, con la misma tecnología utilizada en viveros de propagación comercial, las cuales fueron entregadas a los 2 meses de edad.

Las variedades fueron identificadas y trasplantadas en macetas con sustrato suelo negro, turba y arena en proporción 2:1:1, tratado por 30 días con Dasomet.

A fin de proporcionar condiciones de predisposición las plántulas fueron sometidas alrededor de 2 semanas a altas tasas de humedad en el invernadero antes de la inoculación.

Se inoculó una suspensión bacteriana del aislamiento identificado como TAB-TIZ 11, procedente de la Provincia de Tungurahua, ya que fue el que mayor Área Bajo la Curva de Desarrollo de la Enfermedad (ABCDE) presentó al inicio de la Segunda Fase del Ensayo de Patogenicidad.

La inoculación, se la realizó, por medio de un microaspersor, con una concentración de inóculo de 10^8 UFC/ml determinada como se detalla en el apartado anterior.

Las Unidades Experimentales, estuvieron constituidas de una maceta con una planta de tomate con tres a cuatro hojas verdaderas, y la distribución de estas en el invernadero se determinó, como se detalla en la Figura 4.6.



Elaboración: Los Autores

Figura 4.6. Distribución de las Unidades Experimentales para la Validación de Sensibilidad de Cultivares a la Inoculación de Bacterias Fitopatógenas.

La Variable en Estudio, evaluada fue la presencia de síntomas foliares característicos de una bacteriosis, a partir de los 15 días cada 3 días, con una variante al Sistema TOM, consignando de cada unidad experimental:

- Número de Hojas de la Planta
- Número de Hojas con Síntomas
- Localización de los Síntomas en la Planta
- Localización de las Manchas en las Hojas
- Severidad de Infección.

La medición de la severidad de infección fue determinada mediante la misma propuesta utilizada en el Ensayo de Patogenicidad

Se utilizó un Diseño Experimental de Bloques al Azar, para el análisis del ensayo conformado por 8 Variedades y 15 repeticiones para cada uno, como se muestra en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA) para la Validación de Sensibilidad de Cultivares a la Inoculación de Bacterias.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
TOTAL	119
Tratamientos	7
Repeticiones	14
Error	98

Elaboración: Los Autores

4.3. PROCESAMIENTO DE RESULTADOS

Para el procesamiento de las encuestas se utilizó el Software Statistical Packet for Social Sciences (SPSS versión 12), ingresando los valores asignados a cada una de las variables. Los datos del muestreo fueron analizados a través de las Hojas Electrónicas de Microsoft Office Excel 2003 y generando gráficas tridimensionales de estos en el Software Surface Mapping System, Surfer Versión 8.

Para el Procesamiento de los Aislamientos, se utilizó las Hojas Electrónicas de Microsoft Office Excel 2003, generando bases de datos. De la misma forma los resultados de las pruebas fisiológicas fueron procesados a través de Microsoft Office Excel 2003 y el Software APIWeb.

Las pruebas de Patogenicidad y Sensibilidad Varietal fueron también procesadas y graficadas con Hojas Electrónicas de Microsoft Office Excel 2007 y el Software Surface Mapping System, Surfer 8.

Los Análisis de Varianza, fueron generados con Microsoft Office Excel 2007 y el paquete estadístico InfoStat de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Córdoba.

Caracterización de agentes causales de bacteriosis en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*), en la cultivado en la Cordillera Central del Ecuador

Terry Guevara Black¹ & Norma Estrella¹

1. *Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias, tesis de la carrera.*

RESUMEN

Se realizaron encuestas a agricultores, técnicos y productores de tomate en invernaderos de la Cordillera Central Ecuatoriana para determinar los agentes causales de bacteriosis del cultivo. Piezas botánicas de tomate que presentaban síntomas de bacteriosis, se colectaron de invernaderos seleccionados al azar en las provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Tungurahua.

Las bacterias fueron aisladas y purificadas en Agar Nutritivo (AN) de foliolos, raquis, puntos de inserción hoja, tallos, racimos florales, frutos, raíz y agua; se lograron 191 aislamientos. De los aislamientos se formaron colonias de color blanco, amarillo y amarillo encendido (oro), algunas colonias procedentes de la misma muestra.

Los aislamientos se sembraron sobre Medio King - B y medio selectivo para *Pseudomonas syringae* pv. *Tomato*, así como prueba KOH al 3%, salicina, lactosa, crecimiento sobre medios infusión de carne e infusión de carne + glucosa, para una pre-caracterización.

El análisis de los perfiles bioquímicos y la ubicación geográfica de las bacterias seleccionó 25 aislamientos para evaluación con el Test API 20E, en base a los cuales se determinó la presencia mayoritaria de los géneros *Pseudomonas* (28%), *Ralstonia* (28%) y en menor grado *Xanthomonas* (20%), *Clavibacter* (12%) y unos pocos no definidos (ND).

Se determinó la patogenicidad de los aislamientos sobre el Cultivar Nemo Netta, así como su posible virulencia, mediante inoculaciones de los aislamientos más virulentos procedentes de la provincia de Tungurahua, se realizó un pre estudio de resistencia sobre los Cultivares Genty1, Yola, María, Jadelo, Jadelo F1, Corvette, Sum King y V168 F1

Palabras Clave: Enfermedades Bacterianas, *Solanum lycopersicum*, caracterización, *Pseudomonas*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*, *Clavibacter*.

ABSTRACT

Greenhouse tomato producers, technicians and farmers from the Andean Ecuadorian region were interviewed to determinate of causal agent bacterial disease. Samples of tomato botanical pieces that showed the typical bacterial symptoms were randomly collected from Imbabura, Pichincha, Chimborazo and Tungurahua provinces.

Bacteria were isolated and purified on Nutrient Agar. 191 isolates were obtained from some diseased stems, leafs, roots and water. White, yellow, and light yellow colonies were obtained from the isolated bacteria, some colonies even come from the same vegetal sample.

The isolates were sown on B King's Media, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* selective media, as well as KOH (3%), salicin, lactose, growth on meat infusion, meat infusion + glucose for their pre-characterization.

The biochemical profile and a geographical distribution analysis selected 25 isolates to be evaluated with API 20E test. It was determined the presence *Pseudomonas* (28%), *Ralstonia* (28%), *Xanthomonas* (20%) and *Clavibacter* (12%) genera, and few undetermined.

Pathogenicity of the isolates was determined on Nemo Netta's cultivar, as well as their potential virulence. The most virulent isolates from the Tungurahua province were inoculated on Genty, Yola, María, Jadelo, Jadelo F1, Corvette, Sum King y V168 F1. Cultivars for a pre resistance study.

Palabras Clave: Bacterial Disease, *Solanum lycopersicum*, characterization, *Pseudomonas*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*, *Clavibacter*.

INTRODUCCIÓN

El tomate riñón o de mesa (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial debido a su gran difusión comercial, que en los últimos años ha superado su valor como bien agroalimentario, para incursionar en el mercado de nutraceuticos, ya que, el tomate posee dos potentes antioxidantes con propiedades preventivas del cáncer.

Sus frutos se consumen frescos y también son materia prima para la agroindustria, alrededor de ella, se han emprendido diferentes variantes en los cinco continentes. El tomate es una de las plantas que ha sido más investigada por los estudiosos en todos sus aspectos básicos y agrícolas (Sanguinetti, 2003).

Jones *et al* (2001), indican que las enfermedades constituyen el factor limitante en la producción de tomate en muchas partes del mundo, cuando no se utilizan cultivares con resistencia a varias de ellas. Existen cerca de 200 enfermedades del tomate de diversas causas y etiologías, para cuyo control se utilizan cultivares resistentes, así como medidas de exclusión, erradicación y protección en el contexto de un programa de control integrado.

La identificación de una enfermedad, señala Blancard (1996), es un acto esencial porque de él depende a menudo el porvenir de un cultivo. Debe efectuarse, añade, con un máximo de exactitud debido a los numerosos riesgos de confusión que existen.

La incidencia de las bacteriosis del tomate, se encuentran en rangos de menos del 5% a un hasta un 100% y pueden llegar a causar pérdidas económicas por disminución en la cantidad de fruta y como barrera de acceso de producciones afectadas a mercados selectos.

Es importante destacar la diferencia que existe entre la incidencia de enfermedades en el mismo cultivo al aire libre o bajo plástico, debido a que en este último se modifican las condiciones ambientales y aumentan el desarrollo de enfermedades, especialmente las causadas por hongos y bacterias (Besoain citado por Sanguinetti, 2003).

Las Bacteriosis del tomate, son reportadas por Hidalgo & Camino (2003), en Venezuela, Australia, Estados Unidos, Taiwán, Nueva Zelanda, Checoslovaquia, Rusia, Grecia, Brasil y

consignan endémica en Israel. Existen reportes además en Turquía, Tanzania, Nigeria y otras naciones.

Este trabajo tiene como objetivo la determinación y caracterización de los agentes causales de las bacteriosis del tomate riñón, cultivado bajo invernadero en doce áreas de la Cordillera Central del Ecuador, centrandos los esfuerzos en las Provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Tungurahua, principales productoras de la hortaliza a nivel nacional, que en los actuales momentos se encuentra en riesgo por cuanto se desconoce aspectos básicos de los agentes causales.

METODOLOGÍA

El estudio, para su realización se dividió en dos fases:

La primera consistió en el levantamiento de las encuestas a productores, técnicos y encargados de los invernaderos; así como la toma de muestras de material infectado (órganos de las plantas y muestras de agua), en cada una de las jurisdicciones de los cantones que se detallan en el cuadro 1., y que pertenecen a las Provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Tungurahua, en los cantones que se citan a continuación:

Cuadro 1. Provincias y Cantones donde se Realizó el Levantamiento de Encuestas

Provincia de Imbabura	Cantón Ibarra Cantón Antonio Ante Cantón Cotacachi Cantón Pimampiro
Provincia de Pichincha	Cantón Quito Cantón Rumiñahui Cantón Cayambe
Provincia de Chimborazo	Cantón Chambo Cantón Riobamba Cantón Guano
Provincia de Tungurahua	Cantón Pillaro Cantón Patate Cantón Ambato

La segunda fase consistió en el aislamiento y caracterización de los géneros causales de las bacteriosis, que se la realizó en los predios de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA, ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, sector de San Fernando, Hcda. El Prado a una altitud de 2748. Georreferencia 0787739 N 9957428W en una zona ecológica de Bosque Montano Bajo del Norte de la Sierra.

Materiales y métodos. Se procedió a evaluar con las plantas que presentaban los síntomas característicos de bacteriosis en cada uno de los invernaderos afectados, con el arreglo 10 x 3; es decir cada 10 hileras y cada 3 plantas.

En cada invernadero se cualificó a las plantas, en función de los síntomas presentados en estas, según una variante del *Sistema Experto en Tomate (TOM)* desarrollado por el INRA, reportado por Blancard (1996); donde se evaluaron cada uno de los tercios de la planta (ver Figura 1.).

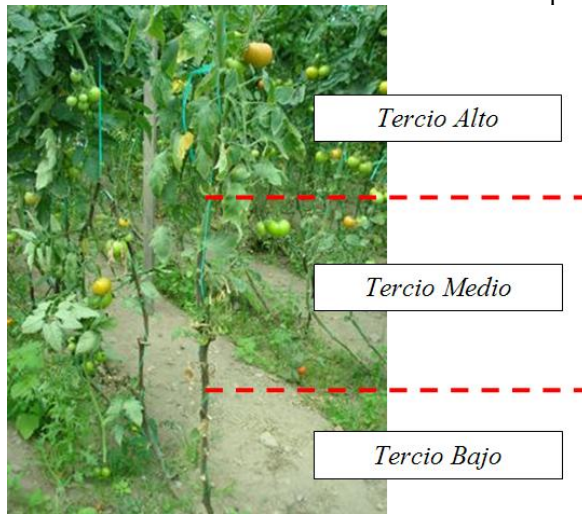


Figura 1. Estratificación en Tercios de una Planta de Tomate

Se realizó en cada invernadero muestreo, tomando piezas consistentes en folíolos, hojas, frutos, tallos, racimos florales y raíces que presentaron síntomas de una bacteriosis, según lo reportado por Blancard (1996), Jones *et al.* (2001), y Shenge *et al.* (2007) de la misma forma se tomó muestras de agua en reservorios, líneas de goteo, manantiales, sequeas entre otros.

Las muestras fueron transportadas en cámaras de humedad individual para cada muestra, consistente en una torunda de algodón embebida en agua destilada estéril colocadas en fundas de polipropileno y selladas con cinta adhesiva. Las cámaras de humedad a su vez, fueron depositadas en un contenedor plástico con gel congelado para mantener estas muestras en refrigeración para evitar la marchitez en el transporte, hasta su llegada al laboratorio.

Aislamiento.- Para aislar, las bacterias fitopatógenas a partir del tejido vegetal enfermo, se utilizó equipo de laboratorio de bacteriología, siguiendo los pasos establecidos en el protocolo propuesto por Falconí (1998). El medio de cultivo utilizado fue Agar Nutritivo.

De 24 a 72 horas tras la siembra de las bacterias, se seleccionaron colonias aisladas de acuerdo a su prevalencia, fueron transferidas a tubos con Agar Nutritivo inclinado para su purificación y conservación adicionándoles Aceite de Vaselina estéril, una vez que su crecimiento era muy evidente (48 horas de incubación).

Identificación del Agente Causal.- Con el fin de caracterizar las cepas bacterianas aisladas, se utilizaron los protocolos propuestos por Falconí (1998), Shaad (1994) y Manual Bergey (2001). Cumpliendo con éstos, se determinó, como se detalla en la Tabla 1., las características culturales y las características fisiológicas de las colonias.

Tabla 1. Características Culturales y Fisiológicas Empleadas para Caracterizar las Cepas Bacterianas Aisladas.

Características Culturales	Coloración de las Colonias
	Respuesta en Medio Selectivo para Aislamiento de <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>
Características	Reacción de Gram determinada con KOH al 3%

Fisiológicas	Fluorescencia en Medio B de King	
	<i>Pruebas de Identificación para Géneros de Bacterias Fitopatógenas</i>	Crecimiento sobre Medio Infusión de Carne
		Crecimiento sobre Medio Infusión de Carne + Glucosa
		Crecimiento sobre Salicina
		Crecimiento sobre Lactosa
		Pudrición de la papa
	Pruebas de Oxidasa	
	Pruebas de Catalasa	
	Dihidrolasa de la arginina	
	Reducción de nitratos a nitritos	
Utilización para crecimiento de sorbitol, sacarosa, arabinosa, rhamnosa, manitol, inositol.		

Para determinar las características culturales, se utilizó estereó microscopios, microscopios ópticos y cuenta colonias.

Para determinar las características fisiológicas se utilizó equipo de laboratorio de bacteriología y un test API 20 E.

Procesamiento de resultados. Para el procesamiento de las encuestas se utilizó el Software Statistical Packet for Social Sciences (SPSS versión 12), ingresando los valores asignados a cada una de las variables. Los datos del muestreo fueron analizados a través de las Hojas Electrónicas de Microsoft Office Excel 2003 y generando gráficas tridimensionales de estos en el Software Surface Mapping System, Surfer Versión 8.

Para el Procesamiento de los Aislamientos, se utilizó las Hojas Electrónicas de Microsoft Office Excel 2003, generando bases de datos. De la misma forma los resultados de las pruebas fisiológicas fueron procesados a través de Microsoft Office Excel 2003 y el Software APIWeb.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aislamiento. De acuerdo a los datos que se anotan en la Tabla 2., para la realización del presente proyecto de tesis, se logró el aislamiento de bacterias de orígenes variados siendo éstos, órganos de las plantas de tomate y muestras de agua, que en total sumaron 191 aislamientos.

Tabla 2. Procedencia del Material Vegetal y Agua a partir del cual se realizaron los Aislamientos.

Procedencia	Número de Aislamientos
Agua	28

Cuello de Raíz	4
Foliolos	43
Fruto	9
Pedúnculo	19
Punto de Inserción del Tallo	18
Plántulas	2
Raquis	36
Tallo	32
TOTAL	191

Se colectaron muestras, en invernaderos seleccionados al azar, de plantas cuya sintomatología acusaba fuertemente la presencia de síntomas de bacteriosis e incluso marchites bacteriana en las jurisdicciones de tres cantones de Provincias de Pichincha, Chimborazo y Tungurahua y para el caso de la Provincia de Imbabura, se muestrearon cuatro cantones (ya que se optó por tomar muestras de un invernadero adicionalmente); esto concuerda con lo realizado por Shenge *et al.* (2007) quienes colectaron muestras de tomate enfermo las cuales mostraban síntomas de mancha bacteriana en 30 localidades seleccionadas al azar en áreas productoras en Tanzania, cubriendo 10 localidades en las áreas de Arusha, 2 en Morogoro y 19 en Iringa.

Mavunganidze *et al.* (s. f.) también tomaron muestras de suelo de 10 sitios en campos de tomate seleccionados al azar de las áreas de Mutoko y Chinamhora, las principales productoras de tomate en Zimbabwe.

En esta investigación se lograron realizar 191 aislamientos de los más diversos orígenes y locaciones; además se encontró que las colonias resultantes de la maceración de las muestras botánicas (y desinfectadas con Hipoclorito de Sodio al 10% por 1 minuto) y cultivadas sobre Agar Nutriente, exhibían variedad en su coloración, lo que hacía suponer un ataque sinérgico de más de un agente causal. Las locaciones y los orígenes de las muestras a partir de las cuales, se realizó los aislamientos, se muestran en la Tabla 3 y la Figura 2.

Tabla 3. Distribución de las Localidades a partir del cual se realizaron los Aislamientos

Provincia	Cantón	Localidad
Imbabura 28.8%	Ibarra	Piriotato
		Chorlavi
	Antonio Ante	San Roque
	Cotacachi	El Sagrario
	Pimampiro	Chapi
		Pimampiro
		Inca
		Los Árboles
		Santa Rosa
Pichincha 22.51%	Quito	Checa

		Pintag
	<i>Rumiñahui</i>	Santa Teresa
		San Fernando
	<i>Cayambe</i>	Ayora
Matriz		
Chimborazo 17.28%	<i>Chambo</i>	Carmen
		Tunshi
		Pantaño
	<i>Riobamba</i>	San Antonio
		Licto
	<i>Guano</i>	San Andrés
Tungurahua 31.41%	<i>Pillaro</i>	Pillaro
	<i>Patate</i>	El Rosario
		Tontapi
		San Francisco
		Muntug
	<i>Ambato</i>	Montalvo
		Cevallos
		Izamba

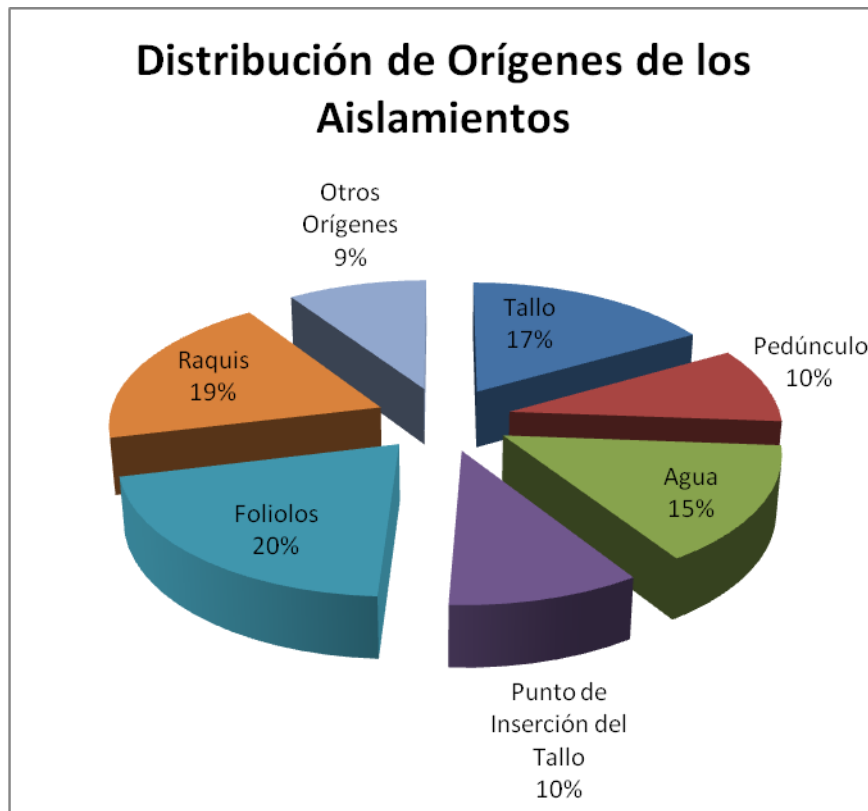


Figura 2. Distribución de los Orígenes Botánicos de los Aislamientos Obtenidos en los Muestras

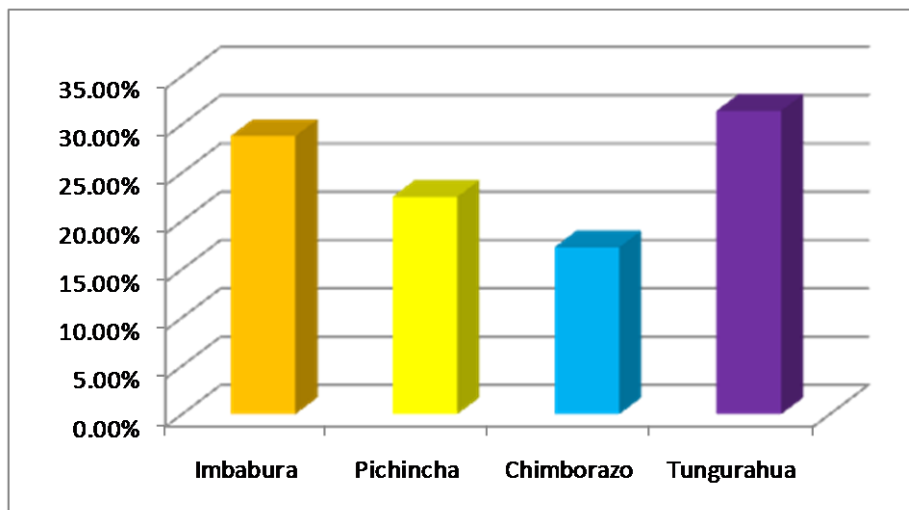


Figura 3. Procedencia de los Aislamientos en Porcentajes

En la Figura 3., muestra que el 28.8% de los Aislamientos proceden de la Provincia de Imbabura, donde a más de las muestras colectadas en los invernaderos, se incluyen además muestras de *Physalis peruviana* (uvilla) con síntomas muy semejantes a los observados en tomate de la UP; de la misma manera, se incluyen muestras de agua y órganos de plantas de tomate cultivadas al aire libre. Las muestras colectadas de invernaderos en las Provincias de Pichincha, Chimborazo

y Tungurahua generaron respectivamente el 22.51, 17.28% y 31.41% del total de aislamientos logrados.

Cerca del 40% de los aislamientos fueron obtenidos de las hojas (fusión de datos obtenidos de raquis y foliolos), 27% pertenecieron a tallos, 15% a muestras de agua y 19% de orígenes varios (Ver Figura 5.18). Shenge *et al.* (2007), consignan haber aislado 35 cepas a partir de frutos que presentaban síntomas de mancha bacteriana; en oposición a nuestro trabajo donde únicamente fueron logrados 9 aislamientos procedentes de frutos (4.71% del total de aislamientos).

Muestreo. La evaluación de cada uno de los invernaderos, con el arreglo 10 x 3, determinó que sobre el 40% de los predios muestreados manifestaban plantas de tomate atacadas efectivamente por bacteriosis; esto de alguna manera concuerda con García *et al* (1999), quienes encontraron entre el 25 y 100% de predios infestados por marchites Bacteriana de la papa en los Municipios del Estado de Mérida en Venezuela. En las Tablas 3 y 4., se muestra la incidencia de la enfermedad en los invernaderos objeto del estudio.

Tabla 3. Incidencia de la Enfermedad en los Invernaderos Muestreados

Invernadero	Incidencia
ICS 02	0.86%
ICS 03	19.82%
ICV 01	26.92%
ICV 02	45.89%
ICV 02	20.83%
IIM 04	18.06%
IPM 01	1.39%
IPM 02	37.82%
IPM 04	55.37%

Coloreadas en Rojo, los invernaderos con incidencias de la enfermedad superiores al promedio más una desviación estándar, en Celeste, los invernaderos con incidencias entre el promedio y el promedio más una desviación estándar. Colores Verde y Blanco señalan incidencias menores al promedio menos una desviación estándar.

Tabla 4. Incidencia de los Invernaderos Muestreados (continuación)

Invernadero	Incidencia
PCH 01	83.19%
PCH 02	58.46%
PCY 04	87.02%
PCY 01	5.66%
PCY 02	94.17%
PR 02	38.46%
PR 04	29.75%
PR IASA 01	82.57%
PR IASA 02	15.00%
CBA 01	2.50%
CBA 02	73.23%
CBA 03	21.00%
CCH 03	72.73%
CCH 04	78.19%

CCH 05	20.39%
CHG 001	78.06%
TAB 01	47.54%
TAB 02 - TIZ 11	26.79%
TCB 01	38.74%
TPI 01	14.18%
TPI 02	38.67%
TPI 05	12.58%
TPI 06	88.67%
TPT 01	89.83%
TPT 02	51.55%
TPT 03	13.14%
TPT 06	39.39%
Incidencia Promedio	42.46%
Desviación Estándar	0.2936422

Coloreadas en Rojo, los invernaderos con incidencias de la enfermedad superiores al promedio más una desviación estándar, en Celeste, los invernaderos con incidencias entre el promedio y el promedio más una desviación estándar. Colores Verde y Blanco señalan incidencias menores al promedio menos una desviación estándar.

La incidencia promedio de la bacteriosis en los invernaderos muestreados fue de 42.46%, si bien no hay información relacionada con el propósito de esta investigación; cabe mencionar trabajos efectuados en otras localidades; así por ejemplo esto Paz (citado por García *et al.* 1999), quien reportó marchites bacteriana de tomate en Venezuela con una incidencia inferior al 16% en las localidades de Mucubaji y Pinango.

García *et al.* (1999), en estudios realizados sobre la incidencia de *Ralstonia solanacearum* en diferentes localidades paperas del Estado de Mérida entre 1992 y 1996, registraron un incremento en la incidencia en un 15% en el período de estudio determinando al final de este una incidencia de la marchites bacteriana en papa del 37% y Escalona *et al.* (2006) indican que 77,78% de las fincas evaluadas estaban afectadas por síntomas de marchites bacteriana, de esta manera se resalta la importancia de los problemas bacterianos como generadores de pérdidas, y más aún la presencia de problemas que pueden tener interés cuarentenario.

Consideraciones sobre la Distribución de las Plantas en los Invernaderos. Para determinar la distribución de las plantas en el predio, se asignó valores en los Ejes Cartesianos (X e Y), en función de la posición de estas en el invernadero, como se detalla en la Figura 4.

Para el Eje Z, se estableció los valores ponderados para cada uno de los tercios, según se muestra en la Tabla 5. La presencia de plantas sanas, muertas, arrancadas y otras enfermedades ajenas al estudio, se considera deben ser tomadas en cuenta, para evitar sesgos en la información.

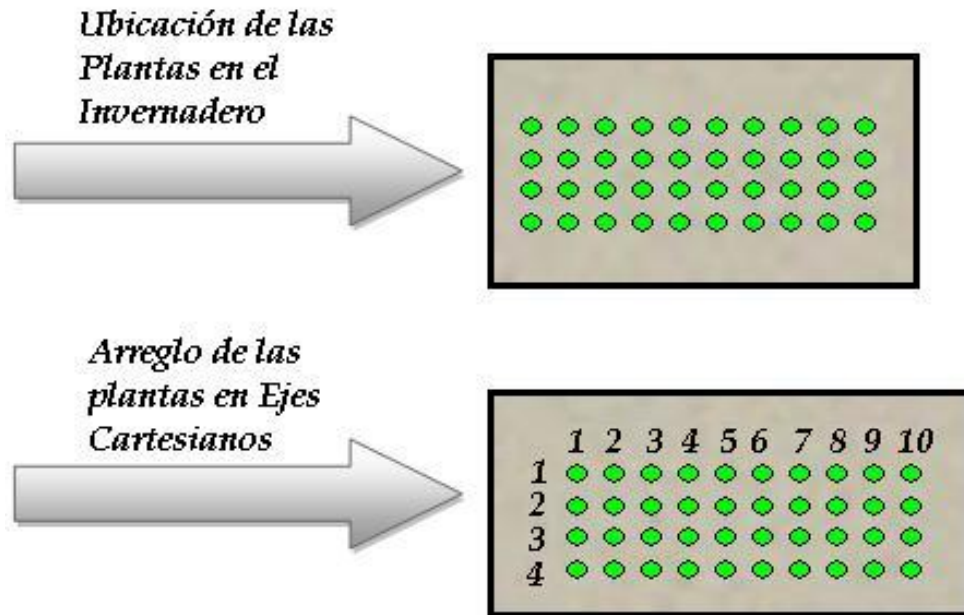


Figura 4. Diagrama de la Distribución y Arreglo de las Plantas presentes en los Invernaderos Muestreados

Tabla 5. Valoración de los Ejes utilizados para Graficar la Localización de los Síntomas de Bacteriosis en los Invernaderos Muestreados

	Tercio	Valoración del Eje Z
<i>Calificaciones Para Plantas con Bacteriosis</i>	Tercio Bajo	1
	Tercio Medio	2
	Tercio Alto	3
	Tercios Bajo y Medio	2.5
	Tercios Bajo y Alto	3.5
	Tercios Medio y Alto	4
	Tercios Bajo, Medio y Alto	6
<i>Calificaciones Para Otros Casos</i>	Plantas Muertas o (arrancadas)	- 1
	Plantas Sanas	0
	Plantas con Otras Enfermedades	0.5

Una vez realizado el posicionamiento tridimensional, se construyó las figuras que representan a cada predio muestreado con presencia de la patología, con el Software Surfer 8, en los gráficos que se muestran a continuación.

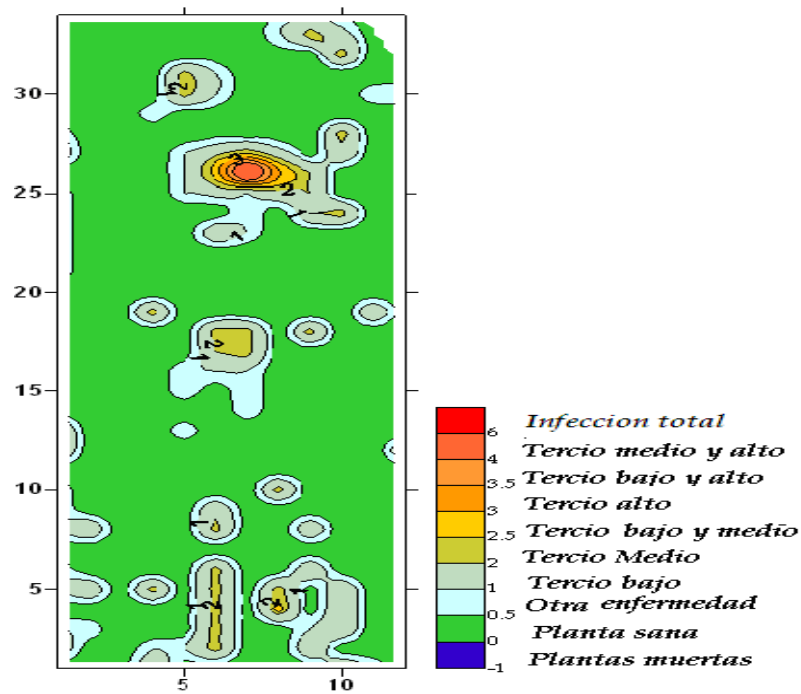


Figura 5. Distribución de la enfermedad en un Invernadero (ICV 02) de la Provincia de Imbabura. Vista Contorno (El Eje X e Y tienen la misma escala).

Como se esquematiza en la Figura 5., en un Invernadero (ICV 02), localizado la Parroquia de Atuntaqui, del Cantón Antonio Ante en la Provincia de Imbabura. La mayoría de plantas se encuentran asintomáticas, donde sólo en un sector se encuentran afectados los tercios medios, altos y plantas completas.

La incidencia de la enfermedad en el predio fue de 20.83%. Las Figuras 6 y 7., representan al invernadero en varias vistas para apreciar a la distribución de la patología de manera más adecuada.

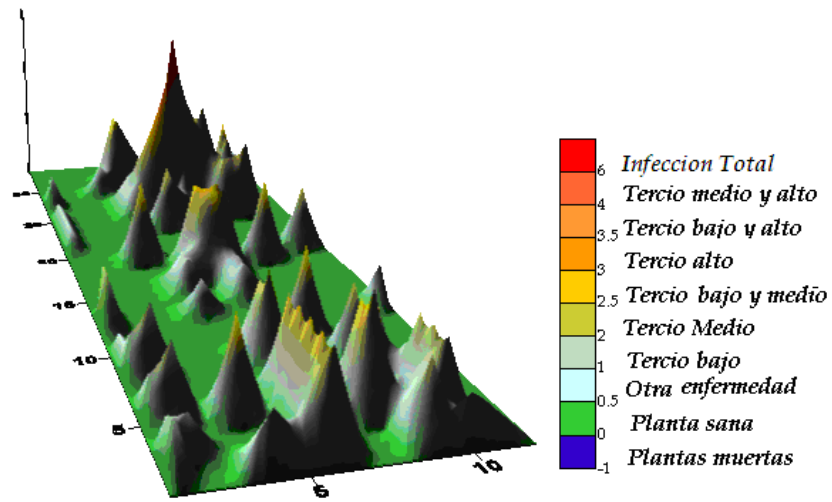


Figura 6. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (ICV 02) de la Provincia de Imbabura. Vista a 15% (El Eje X e Y tienen la misma escalada).

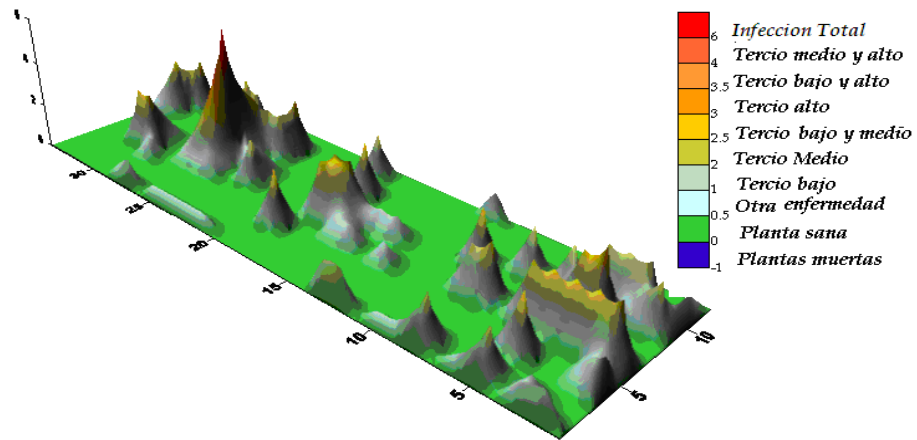


Figura 7. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (ICV 02) de la Provincia de Imbabura. Vista a 45% (El Eje X e Y tienen la misma escalada)

La distribución de la enfermedad en el invernadero es al azar, con mayor prevalencia en los tercios medio y bajo (Ver Figuras 5, 6 y 7).

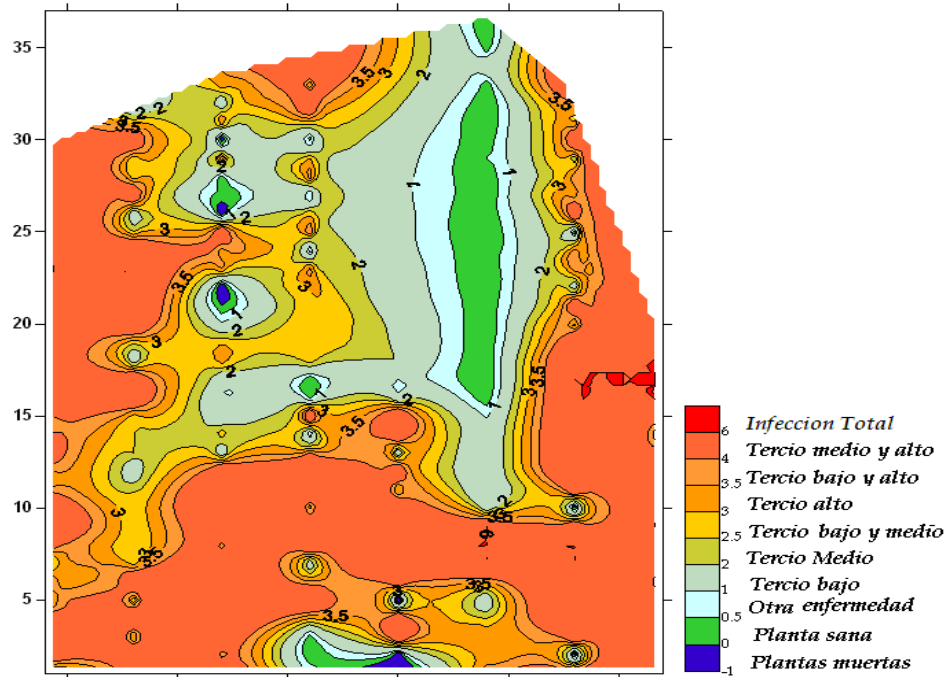


Figura 8. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (PCH 01) de la Provincia de Pichincha. Vista Contorno* (El Eje X tiene 4 veces la escala de Y).

*Para facilitar la visualización de los resultados se alteró el eje X

La incidencia de plantas infectadas por la bacteriosis en un Invernadero (PCH 01), localizado en la Parroquia Checa del Cantón Quito de la Provincia de Pichincha. Según se muestra en la Figura 8., fue de 83.1%, donde sólo un sector aparentemente no presentó plantas afectadas por la patología, la gran parte del mismo mostró síntomas en los tercios medios y altos; esto se representa en las Figuras 9 y 10.

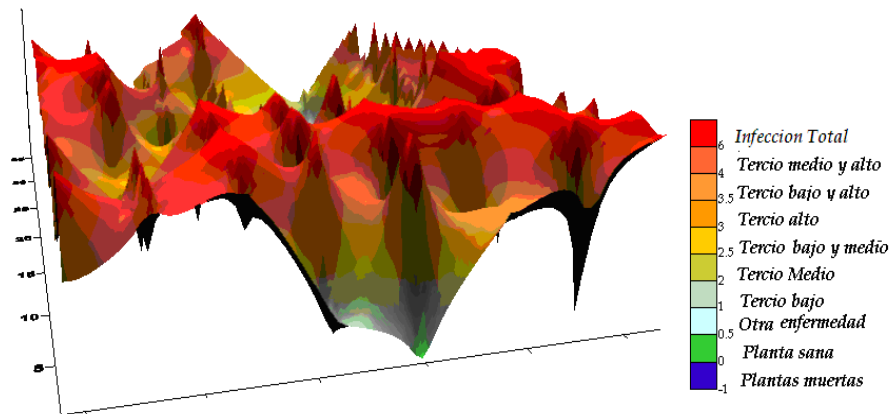


Figura 9. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (PCH 01) de la Provincia de Pichincha. Vista a 15% (El Eje X tiene 4 veces la escala de Y).

* Para facilitar la visualización de los resultados se alteró el eje X

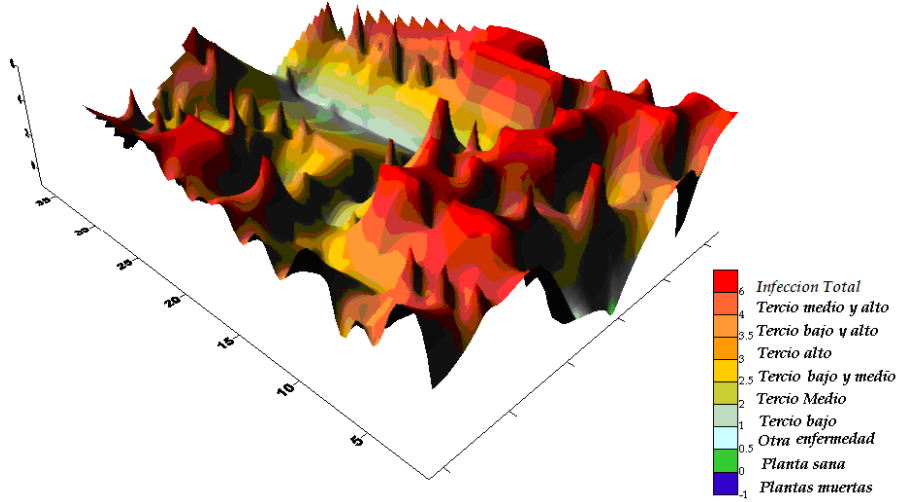


Figura 10. Distribución de la Enfermedad en un Invernadero (PCH 01) de la Provincia de Pichincha. Vista a 45% (El Eje X tiene 4 veces la escala de Y).

* Para facilitar la visualización de los resultados se alteró el eje X

La Incidencia de plantas de tomate infectadas por bacteriosis en un Invernadero (TPT 02), localizado en la Parroquia El Rosario, del Cantón Patate en la Provincia de Tungurahua. Como se muestra en la Figura 11, fue de 51.55% donde existe proliferación de la patología en el tercio bajo y medio. Existen focos localizados donde la enfermedad también afecta los tercios medio y alto. Para visualizar de mejor manera la presencia de síntomas en las plantas, en las Figuras 12 y 13., se muestran dos esquemas.

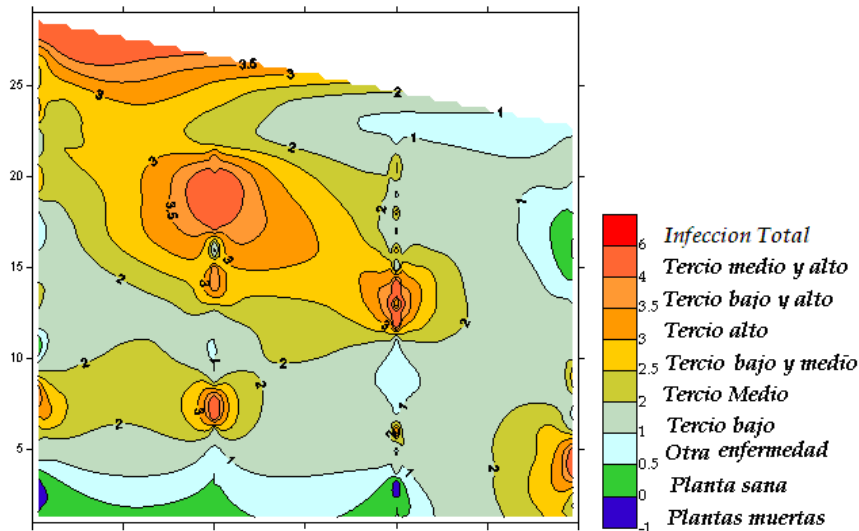


Figura 11. Distribución de la enfermedad en un Invernadero (TPT 02) de la Provincia de Tungurahua. Vista Contorno (El Eje X tiene 10 veces la escala de Y).

* Para facilitar la visualización de los resultados se alteró el eje X

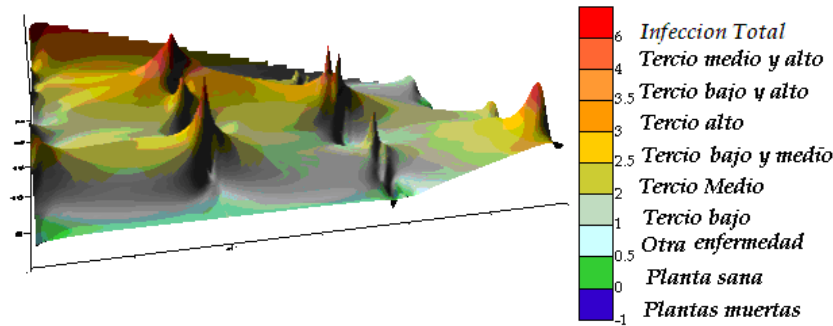


Figura 12. Distribución de la enfermedad en un Invernadero (TPT 02) de la Provincia de Tungurahua. Vista a 15% (El Eje X tiene 10 veces la escala de Y).

* Para facilitar la visualización de los resultados se alteró el eje X

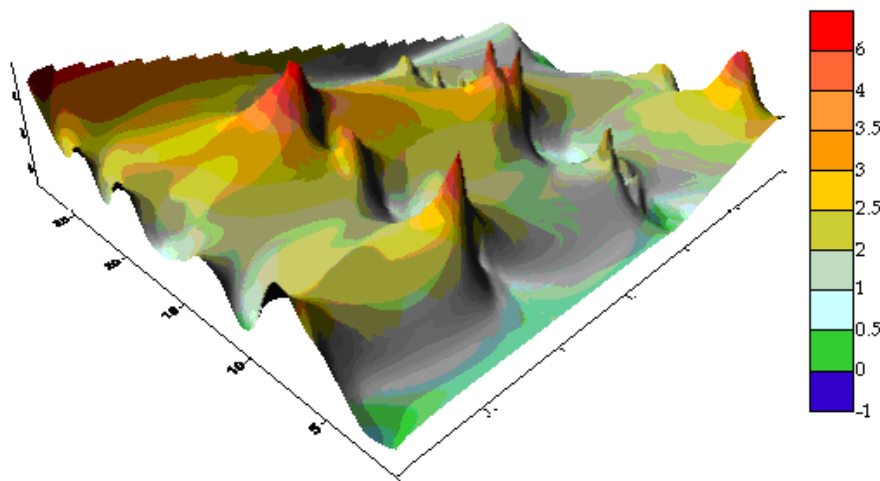


Figura 13. Distribución de la enfermedad en un Invernadero (TPT 02) de la Provincia de Tungurahua. Vista a 45% (El Eje X tiene 10 veces la escala de Y)

* Para facilitar la visualización de los resultados se alteró el eje X

Identificación del Agente Causal. Debido al gran número de aislamientos que se obtuvieron, se realizó una primera preselección del material, según criterios de Procedencia del Material Vegetal, Coloración de Colonias, Presencia de Síntomas de Marchites y aquellos aislamientos Procedentes de Agua.

La selección del Material Vegetal, se efectuó a partir de las muestras procedentes de folíolos, raquis, tallos (incluyendo puntos de inserción del tallo) y pedúnculos, de acuerdo a la diversidad de procedencia de las muestras según el Cantón y Provincia; de tal manera que de las 191 cepas originales se escogieron 86 cepas.

Los aislamientos seleccionados fueron inoculados en el medio B de King, para determinar su respuesta (capacidad de desarrollo de fluorescencia), obteniéndose los resultados que se reportan en la Figura 14.

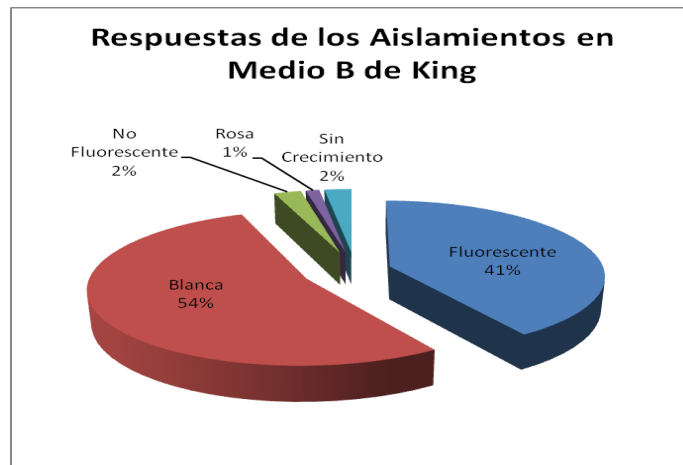


Figura 14. Respuestas de los Aislamientos obtenidos en el Medio B de King

La exposición de los aislamientos al Medio B de King dio como resultado que 35 de los 86 aislamientos (aproximadamente 41%) presentaron fluorescencia, esto concuerda con Cardona *et al.* (1996) quienes inocularon al mismo medio, aislamientos procedentes de semillas de tomate infectadas con una bacteriosis y Malavolta *et al.* (2002), quienes al aislar una bacteria procedente de hojas de tomate cultivar Zenit de plantaciones comerciales, obtuvieron aislamientos sobre el medio que al ser expuestos a luz ultravioleta, presentaban fluorescencia; en consecuencia, se asume que la población de *Pseudomonas spp.* fue muy importante en los invernaderos sujetos a muestreo.

La gran mayoría de los aislamientos (alrededor de 54%) mostró un crecimiento blanquecino (no fluorescente) sobre el medio, esto concuerda con García *et al.* (1999) quienes al exponer sus aislamientos, procedentes de papa cultivada cercana a plantaciones de tomate, al Medio B de King, estos no produjeron pigmentos fluorescentes.

De la misma forma como en el apartado anterior, a los aislamientos, se los sembró sobre cajas de petri con Medio Selectivo para Aislamiento de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*¹, obteniéndose fluorescencia de 27% de los aislamientos y coloraciones roja o rosa de 41% de los aislamientos, estas respuestas al medio, se explican en la Figura 15.

Una vez obtenidos los resultados, se agrupó a los aislamientos de acuerdo a sus respuesta sobre estos dos medios de cultivo, lográndose reducir en un 12.8% el número de aislamientos totales.

¹ Tomado de J. Appl. Bacteriol., 61,163

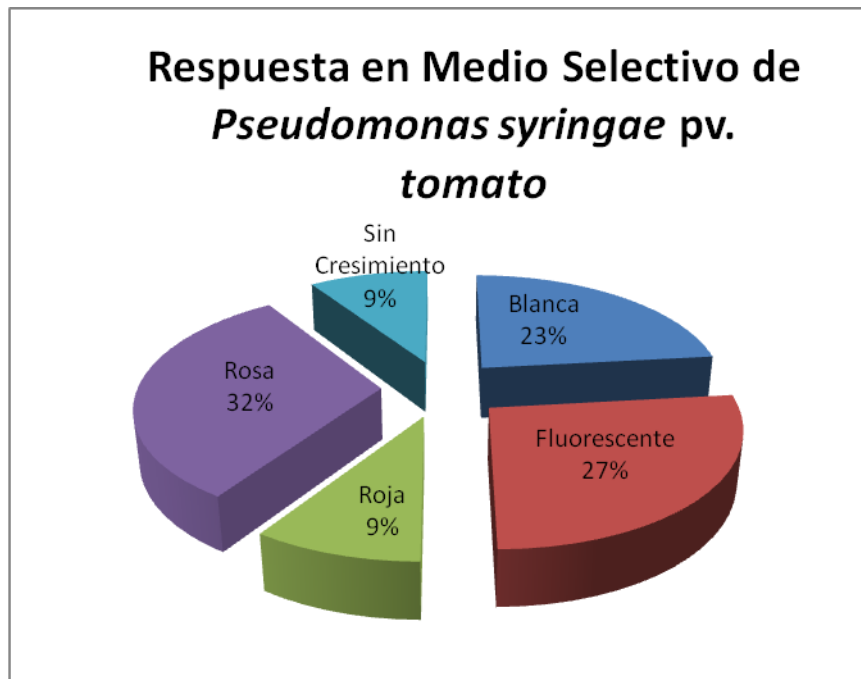


Figura 15. Respuestas de los Aislamientos obtenidos en el Medio Selectivo para *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*

Con los restantes 75 aislamientos, se efectuaron las pruebas para la caracterización preliminar de bacterias fitopatógenas, confrontando a las cepas en pruebas de Crecimiento sobre Infusión de Carne, Infusión de Carne + Glucosa, Lactosa, Salicina y Pudrición de Papa según el protocolo propuesto de Falconí (1998). Adicionalmente, se realizaron otras pruebas que menciona la literatura, para el caso de bacterias fitopatógenas de tomate, como fueron Pruebas de Reacción sobre KOH al 3%, Catalasa y Oxidasa; un resumen de los resultados se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Géneros Identificados con las Pruebas de Determinación de Agentes Fitopatógenos

Géneros Identificados	Número de Aislamientos
<i>Pseudomonas</i>	35
<i>Xanthomonas</i>	19
No definidas	21

Finalmente, se compararon y agruparon los resultados preliminares de todas las pruebas realizadas hasta este punto, para proceder a la selección final del material, lográndose obtener 25 Cepas que fueron sometidas al Test API 20E, como se muestra en la Tabla 7 y 8.

Tabla 7. Distribución Geográfica e Identificación de los Aislamientos Seleccionados para las Pruebas en el Test API 20 E.

Provincia	Cantón	Localidad	Id Cepa
Chimborazo	Riobamba	Licto	CBA - 063
Chimborazo	Riobamba	Licto	CBA - 074 a

Chimborazo	Riobamba	Licto	CBA - 074 b
Chimborazo	Riobamba	San Antonio	CB- 011 o
Chimborazo	Guano	San Andrés	CHG - 010 b
Chimborazo	Chambo	Tunshi	CT - 011
Imbabura	Antonio Ante	San Roque	IAA - 011
Imbabura	Ibarra	Chorlavi	I-(CH) - 019
Imbabura	Ibarra	Chorlavi	ICV - 022
Imbabura	Cotacachi	Cotacachi	ICC - 021 b
Imbabura	Pimampiro	Pimampiro	IPM - 42 a
Imbabura	Pimampiro	Pimampiro	IPM - 004
Imbabura	Pimampiro	Pimampiro	IPM - 42 b
Imbabura	Pimampiro	Santa Rosa	CAMPO 3

Tabla 8. Distribución Geográfica e Identificación de los Aislamientos Seleccionados para las Pruebas en el Test API 20 E. (continuación)

Provincia	Cantón	Localidad	Id Cepa
Pichincha	Quito	Checa	PCH - 013 b
Pichincha	Quito	Checa	PCH - 013 a
Pichincha	Rumiñahui	Santa Teresa	PS - 012 a
Pichincha	Rumiñahui	San Fernando	PIASA - 001
Tungurahua	Ambato	Cevallos	TCB -12 b
Tungurahua	Ambato	Cevallos	TCB -12 o
Tungurahua	Patate	El Rosario	TPT - 013
Tungurahua	Patate	El Rosario	TPT - 016
Tungurahua	Ambato	Izamba	TIZ - 011
Tungurahua	Pillaro	Pillaro	TPI - 012
Tungurahua	Pillaro	Pillaro	TPI - 021

Elaboración: Los Autores

Se inyectó una suspensión bacteriana con cultivos de 24 horas en los pocillos del Test API 20 E y se incubó a 23°C por 24 horas más. Tras de este lapso, se adicionaron los reactivos, según manual de instrucciones del Test. Los resultados de la realización del Test API 20E, sobre las Cepas en estudio, se muestran en los Tablas 9 y 10.

La interpretación con el Software del Test API 20 E, no fue satisfactoria por cuanto las pruebas que allí se consignan son determinadas para la identificación de Enterobacterias; y estas difieren de las necesarias para la caracterización de bacterias fitopatógenas; no obstante, se utilizó algunas de las pruebas para la caracterización por medios tradicionales, esto es, por acercamientos al perfil bioquímico consignado en bibliografía e investigaciones realizadas anteriormente.

Tabla 9. Respuestas de los Aislamientos Seleccionados en el Test API 20E (Primera Parte)

Id Cepa	Pruebas									
	ONPG	ADH	LDC	ODC	CIT	H2S	URE	TDA	Nitratos	IND
CBA - 063	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-
CBA - 074 a	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+
CBA - 074 b	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-
CB- 011 o	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-
CHG - 010 b	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+
CT - 011	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
IAA - 011	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
I-(CH) - 019	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
ICV - 022	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-
ICC - 021 b	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
IPM - 42 a	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-
IPM - 004	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+
IPM - 42 b	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-
CAMPO 3	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-
PCH - 013 b	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
PCH - 013 a	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
PS - 012 a	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
PIASA - 001	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-
TCB -12 b	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-
TCB -12 o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPT - 013	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
TPT - 016	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
TIZ - 011	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-
TPI - 012	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
TPI - 021	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-

Tabla 10. Respuestas de los Aislamientos Seleccionados en el Test API 20E (Segunda Parte)

Id Cepa	Pruebas									
	VP	GEL	GLU	MAN	INO	SOR	RHA	SAC	MEL	AMY
CBA - 063	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
CBA - 074 a	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+
CBA - 074 b	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
CB- 011 o	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+
CHG - 010 b	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+
CT - 011	-	-	+	+	-	+	+	+	-	+
IAA - 011	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
I-(CH) - 019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ICV - 022	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+
ICC - 021 b	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+
IPM - 42 a	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
IPM - 004	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+

IPM - 42 b	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
CAMPO 3	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
PCH - 013 b	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
PCH - 013 a	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
PS - 012 a	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+
PIASA - 001	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
TCB -12 b	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
TCB -12 o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPT - 013	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
TPT - 016	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
TIZ - 011	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
TPI - 012	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+
TPI - 021	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+

Una vez determinados los perfiles bioquímicos de cada uno de los Agentes Causales de Bacteriosis en Tomate de las 25 Cepas Seleccionadas mediante el Test API, se diseñó una base de datos que permitió discernir sobre el Género Bacteriano tratado, los resultados a la caracterización se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Identificación de Géneros Bacterianos causales de Bacteriosis en los Invernaderos Muestreados.

Provincia	Cantón	Localidad	Id Cepa	Género Bacteriano
Chimborazo	Riobamba	Licto	CBA - 063	<i>Clavibacter</i>
Chimborazo	Riobamba	Licto	CBA - 074 a	<i>Clavibacter</i>
Chimborazo	Riobamba	Licto	CBA - 074 b	<i>Pseudomonas</i>
Chimborazo	Riobamba	San Antonio	CB- 011 o	<i>Ralstonia</i>
Chimborazo	Guano	San Andrés	CHG - 010 b	ND
Chimborazo	Chambo	Tunshi	CT - 011	<i>Clavibacter</i>
Imbabura	Antonio Ante	San Roque	IAA - 011	<i>Ralstonia</i>
Imbabura	Ibarra	Chorlavi	I-(CH) - 019	<i>Pseudomonas</i>
Imbabura	Ibarra	Chorlavi	ICV - 022	<i>Ralstonia</i>
Imbabura	Cotacachi	Cotacachi	ICC - 021 b	<i>Clavibacter</i>
Imbabura	Pimampiro	Pimampiro	IPM - 42 a	<i>Ralstonia</i>
Imbabura	Pimampiro	Pimampiro	IPM - 004	<i>Ralstonia</i>
Imbabura	Pimampiro	Pimampiro	IPM - 42 b	<i>Ralstonia</i>
Imbabura	Pimampiro	Santa Rosa	CAMPO 3	<i>Ralstonia</i>
Pichincha	Quito	Checa	PCH - 013 b	<i>Pseudomonas</i>

Pichincha	Quito	Checa	PCH - 013 a	<i>Xanthomonas</i>
Pichincha	Rumiñahui	Santa Teresa	PS - 012 a	<i>Xanthomonas</i>
Pichincha	Rumiñahui	San Fernando	PIASA - 001	ND
Tungurahua	Ambato	Cevallos	TCB -12 b	ND
Tungurahua	Ambato	Cevallos	TCB -12 o	<i>Clavibacter</i>
Tungurahua	Ambato	Izamba	TIZ - 011	<i>Pseudomonas</i>
Tungurahua	Pillaro	Pillaro	TPI - 012	<i>Pseudomonas</i>
Tungurahua	Pillaro	Pillaro	TPI - 021	<i>Xanthomonas</i>
Tungurahua	Patate	El Rosario	TPT - 013	<i>Pseudomonas</i>
Tungurahua	Patate	El Rosario	TPT - 016	<i>Pseudomonas</i>

La aproximación bioquímica a los géneros de los agentes causales y la bibliografía consultada, determina que se realicen pruebas de patogenicidad de las cepas bacterianas, para confirmar que estas efectivamente producen bacteriosis en tomate.

La bibliografía consigna que el género bacteriano *Clavibacter*, produce únicamente síntomas de bacteriosis en la especie *C. michiganensis* subsp. *michiganensis*; de igual manera, la bibliografía señala fitopatógena del tomate a *Ralstonia solanaceum* raza I y III.

En cuanto a las *Pseudomonas* que generan bacteriosis en tomate se encuentran las especies *P. syringae* con los patovares *tomato* y *syringae*, y a *P. corrugata*.

Pseudomonas y *Ralstonia*, entre las cepas caracterizadas, se encuentran presentes cada una con el 28%. Los géneros *Clavibacter* y *Xanthomonas* alcanzan a penas el 20% y 12% respectivamente de presencia entre los aislamientos caracterizados.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la investigación estableció que la incidencia promedio de las enfermedades bacterianas en los invernaderos muestreados en las Provincias de Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo fue de 42.46%. La Provincia de mayor prevalencia de la enfermedad es Pichincha con una incidencia media para la Provincia de 54.92%, medido a través del muestreo sistematizado de 9 invernaderos. La Provincia de Chimborazo, es la segunda en importancia, ya que presentó una incidencia media de la patología de 49.44% medidos a partir del muestreo sistematizado de 7 invernaderos. Las Provincia de Tungurahua, es la que más se acerca al promedio global, con un 41.92% de incidencia media de bacteriosis en 11 invernaderos muestreados. En la Provincia de Imbabura donde se muestreó 9 invernaderos, se tasó una incidencia media para la bacteriosis de 25.22%.

Después de haber realizado la caracterización de los agentes causales de las bacteriosis más comunes en tomate, mediante el uso de pruebas morfológicas y bioquímicas, se concluye que, los Géneros Bacterianos más importantes en los cultivos de tomate bajo invernadero de la Cordillera Central del Ecuador, son *Pseudomonas* y *Ralstonia*, cada una con el 28% de presencia entre los aislamientos caracterizados. Los géneros *Clavibacter* y *Xanthomonas* están relegados frente los antes mencionados alcanzando a penas el 20% y 12% de presencia entre los aislamientos caracterizados respectivamente.

ADRADECIMIENTOS

Los Autores de esta investigación agradecen a la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), al Centro de Investigaciones Científicas del Ejército (CICTE), Centro de Investigaciones y Transferencia de Tecnología de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias por el financiamiento y las facilidades dadas para la satisfactoria realización de esta investigación.

Agradecemos a los agricultores, técnicos y productores por acceder a contestar nuestras interrogantes y permitirnos el acceso a sus unidades de producción.

REFERENCIAS

- Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. 2001. Second Edition. Williams & Wilkins. Vol.1, pp. 776, United States.
- Blancard, D., 1996. "Enfermedades del tomate: observar, identificar, luchar", Versión española de Antonio Peña Iglesias, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, pp: 199.
- Cardona, R.; J. Camino & W. Hidalgo. 1996. Detección de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* Y *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* en muestras de semillas comerciales de tomate (en línea). Consultado 2007. Disponible en la URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/fitopato/v091/091f0004.html>
- Escalona, Y.; D. Rodríguez; N. Contreras & N. Jiménez. 2006. Patógenos del suelo en el cultivo de pimentón en la zona baja del Municipio Jiménez, Estado Lara, Venezuela (en línea). Bioagro. Consultado 2008. Disponible en la URL: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-33612006000100001&script=sci_arttext
- Falconi, C. 1998. Fitopatología Práctica. Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Primera Edición. Quito Ecuador. pp. 119.
- García, R.; A. García & L. Delgado. 1999. Distribución, incidencia y variabilidad de *Ralstonia solanacearum*, agente causal de la marchitez bacteriana de la papa en el Estado Mérida. (en línea) Bioagro. Consultado 2008. Disponible en la URL: [http://pegasus.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11\(1\)/2.%20Distribución,%20incidencia%20y%20variabilidad](http://pegasus.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11(1)/2.%20Distribución,%20incidencia%20y%20variabilidad)
- Hidalgo, W. & J. Camino. 2003. Identificación del agente causal de la peca bacterial del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Venezuela (en línea). Fitopatol. Venez. Consultado 2007. Disponible en la URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/fitopato/v022/022f0001.html>.
- Jones, J. J., Jones. R., Stall & T. Zitter. 2001. "Plagas y enfermedades del tomate", The American Phytopathological Society, Traducido por M. Jiménez y Revisado por R. Jiménez, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp: 25-30.
- Malavolta, J.; V.A. Almeida; I.M.G. Rogrigues Neto; J. Beriam; & L.O.S. De Melo. 2002. Caracterização de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* em tomateiro no Brasil e reação de cultivares/genótipos de tomateiro a esse patovar e ao patovar *tomato*. (en línea) Arquivos do Instituto Biológico. Consultado 2008. Disponible en la URL: http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/V69_1/malavolta.pdf

- Mavunganidze, M.; M. Mwale; T. Mutenje; J. Chikuvire and T. A. Tigere. s. f. "Survival of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in different soil types and moisture regimes" (en línea). Consultado 2007. Disponible en la URL: http://www.jsd-africa.com/Jsda/Summer_2006/PDF/ARC_SurvivalsPSTSoilMoisture.pdf -
- Sanguineti M. 2003. Nueva variante de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* afectando plantas de tomate en invernadero en la V Región Tesis Ing. Agr. Valparaíso Chile, Universidad Católica de Valparaíso (en línea). Consultado 2008. Disponible en la URL: http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20061205/pags/20061205174914.html
- Shaad, N.W. 1980. Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria. St. Paul. Minnesota, American Phythopathological Society. 72 p.
- Shenge, K.; R. Mabagala; C. Mortensen. 2007. Identification and characterization of strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from Tanzania by biolog system and sensitivity to antibiotics (en línea). African Journal of Biotechnology Consultado 2008. Disponible en la URL: <http://www.academicjournals.org/AJB>

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. s. f. Enfermedades del tomate. (en línea). El Eco de Alhama N° 18. Economía. Consultado 2007. Disponible en la URL: <http://www.elecodealhama.com/num018/economia.html>
- Aguiar, L. ; O. Kimura; M. Alzimiro; C. Castilho; K. Castilho; D. Ribeiro; F. Akiba & M. Goréte. 2003. Efeito de formulações cúpricas e cuprorgânicas na severidade da mancha bacteriana e na população residente de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* em pimentão. (en línea). Horticultura Brasileira, Brasília, Consultado 2008. Disponible en la URL: <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=522139>

Anderlini, R. 1989. El cultivo de tomate. Barcelona-España, Puresa, pp.1-17

ARBOLESORNAMENTALES. s. f. Familia Solanaceae. (en línea). Consultado 2007.

Disponible en la URL: <http://www.arbolesornamentales.com/Solanaceae.htm>

AVRDC (International Cooperator). s. f. Tomato Diseases: Bacterial Spot
Xanthomonas campestris pv. *Vesicatoria*. Fact Sheet. Consultado 2008.

Disponible en la URL: <http://www.avrdc.org/LC/tomato/bactspot.html>

Barahona, M. 2000. Horticultura. Manual preparado para estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (IASA) de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE). Sangolquí – Ecuador

Barros, G. & Y. Rosato. 1996. Copper accumulation in *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. (en línea) Brazilian Journal of Genetics. Consultado 2008.

Disponible en la URL: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-84551996000400002&script=sci_arttext&tlng=pt

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. 2005. Second Edition. Williams & Wilkins. Vol.1, 776pp, United States.

Blancard, D., 1996. “Enfermedades del tomate: observar, identificar, luchar”, Versión española de Antonio Peña Iglesias, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, pp: 199.

Bouzo, C.; R. Pilatti; C., Favaro & N. Gariglio. s. f. Cultivo de tomate en invernadero: Alternativas para el control de temperaturas extremas (en línea). idiaXXI Consultado 2008. Disponible en la URL: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/horticola/tomate01.pdf>

Cardona, R.; J. Camino & W. Hidalgo. 1996. Detección de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* Y *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* en muestras de semillas comerciales de tomate (en línea). Consultado 2007. Disponible en la URL: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/fitopato/v091/091f0004.html>

Cardoso, S.; A. Soares; A. dos Brito; F. Laranjeira; C. Ledo & A. dos Santos. 2006. Control of tomato bacterial wilt through the incorporation of aerial part of pigeon pea and crotalaria to soil (en línea). Summa Phytopathol. Consultado 2007. Disponible en la URL: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052006000100004&script=sci_arttext

Cartín, J. & A. Wang. 1996. Aislamiento de agentes supresores a *Pseudomonas solanacearum* E. F. Smith, en tomate (*Lycopersicon esculentum*) (en línea). Agronomía Mesoamericana. Consultado 2008. Disponible en la URL : <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/437/43717114.pdf>

Devlin, R. 1989. Fisiología vegetal. 4ta Edición. Barcelona (España), Omega, pp. 443-445.

DIPBOT s. f. Solanaceae (en línea). Consultado 2007. Disponible en la URL:
http://www.dipbot.unict.it/sistematica_es/Sola_fam.html

EPA . s. f. Bacteriophages of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (006449) & Bacteriophages of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (006521). Fact sheet (en línea). Consultado 2008. Disponible en la URL:
http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet_006449-006521.htm

Escalona, Y.; D. Rodríguez; N. Contreras & N. Jiménez. 2006. Patógenos del suelo en el cultivo de pimentón en la zona baja del Municipio Jiménez, Estado Lara, Venezuela (en línea). Bioagro. Consultado 2008. Disponible en la URL:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-33612006000100001&script=sci_arttext

Escudero, P. 2004. Evaluación de la Competitividad del sistema agroalimentario del tomate riñón. (en línea). SICA. Ecuador. Consultado 2008. Disponible en la URL:

http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/tomate.pdf

Falconi, C. 1998. Fitopatología Práctica. Escuela Politécnica del Ejército, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Primera Edición. Quito Ecuador. pp. 119.

Flora de las Canarias. s. f. *Lycopersicon esculentum* Mill (en línea). Consultado 2007.

Disponible en la URL:

http://www.floradecanarias.com/lycopersicon_esculentum.html

Folquer, F. 1990. El tomate, estudio de la planta y su producción comercial. 2da ed. Buenos aires -Argentina, Hemisferio sur, pp. 69

García, R.; A. García & L. Delgado. 1999. Distribución, incidencia y variabilidad de *Ralstonia solanacearum*, agente causal de la marchitez bacteriana de la papa en el Estado Mérida. (en línea) Bioagro. Consultado 2008. Disponible en la URL:

<http://>

[pegasus.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11\(1\)/2.%20Distribución,%20incidencia%20y%20variabilidad](http://pegasus.ucla.edu.ve/bioagro/Rev11(1)/2.%20Distribución,%20incidencia%20y%20variabilidad)

Gutiérrez, C.; P. Castillo; T. Laguna; M. Molina; D. Padilla & A. Rojas. 2004. Guía MIP en el cultivo de tomate (en línea). Managua. Consultado 2008. Disponible en la URL: http://www.inta.gob.ni/guias_pdf/tomate_mip.pdf.

Hebras, R. 2007. Semillas de hortalizas: Catálogo profesional Vilmorin (en línea).

Consultado 2008. Disponible en: www.vilmorin.com.

Hernández, Y. ; N. Mariño; G. Trujillo & C. Urbina de Navarro. 2005. Invasión de

Ralstonia solanacearum en tejidos de tallos de tomate (*Lycopersicon esculentum*

Mill). (en línea) Rev. Fac. Agron. Consultado 2008. Disponible en la URL:

http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/abril_junio2005/ra2058.p

Hidalgo, W. & J. Camino. 2003. Identificación del agente causal de la peca bacterial del

tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Venezuela (en línea). Fitopatol.

Venez. Consultado 2007. Disponible en la URL: [http://www.redpav-](http://www.redpav-fpolar.info.ve/fitopato/v022/022f0001.html)

[fpolar.info.ve/fitopato/v022/022f0001.html](http://www.redpav-fpolar.info.ve/fitopato/v022/022f0001.html)

Huaral – SIA. s. f. Tomate (*Lycopersicon sculentum*) (en línea). Consultado 2008.

Disponible en la URL:

http://sia.huaral.org/sia_uploads/ec06355af5fedeeef1ec61030822a9a09/tomate_fic

[ha.pdf](http://sia.huaral.org/sia_uploads/ec06355af5fedeeef1ec61030822a9a09/tomate_fic)

INFOAGRO.com, 2003. El cultivo del tomate (en línea), Consultado 2007. Disponible

en la URL: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>

Jaramillo, J.; V. Rodríguez; M. Guzmán; M. Zapata; T. Rengifo. 2007. Manual técnico:

buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones

protegidas (en línea). Consultado 2007. Disponible en la URL:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf>

Jones, J. J., Jones. R., Stall & T. Zitter. 2001. “Plagas y enfermedades del tomate”, The American Phytopathological Society, Traducido por M. Jiménez y Revisado por R. Jiménez, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp: 25-30.

Latorre, G. 1999. Enfermedades de las plantas cultivadas, 5ta edición, Ediciones Universidad Católica de Chile, Alfaomega, pp 646

Kunstmann, J.; L.Ciampi; L. Böhn; S. Barrera & L. Collado. 2006. Determinación de especies de *Erwinia* (grupo *carotovora*) como agentes causales de pudrición blanda en cala (*Zanadescchia spp.*) (en línea). Agric. Téc. Consultado 2008. Disponible en la URL: <http://www.agrarias.cl/investigacion/publicaciones02.htm>

Mavunganidze, M.; M. Mwale; T. Mutenje;. J. Chikuvire and T. A. Tigere. s. f. “Survival of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in different soil types and moisture regimes” (en línea). Consultado 2007. Disponible en la URL: http://www.jsd-africa.com/Jsda/Summer_2006/PDF/ARC_SurvivalsPSTSoilMoisture.pdf -

Malavolta, J.; V.A. Almeida; I.M.G. Rogrigues Neto; J. Beriam; & L.O.S. De Melo. 2002. Caracterização de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* em tomateiro no

Brasil e reação de cultivares/genótipos de tomateiro a esse patovar e ao patovar *tomato*. (en línea) Arquivos do Instituto Biológico. Consultado 2008. Disponible en la URL: http://www.biológico.sp.gov.br/docs/arq/V69_1/malavolta.pdf

Miller, S.; R. Rowe & R. Riedel. s. f. Bacterial Spot, Speck, and Canker of Tomatoes. The Ohio State University Extension Plant Pathology. Fact Sheet. (en línea) Consultado 2008. Disponible en la URL: <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/3120.html>

Minsavage, G.; B. Mudgett; R. E. Stall and J. B. Jones. 2004. Importance of *opgHXcv* of *Xanthomonas campestris* pv., *vesicatoria* in Host-Parasite Interactions. (en línea) The American Phytopathological Society MPMI Consultado 2008. Disponible en la URL: <http://www.stanford.edu/~mudgett/pdfs/Minsavage%20et%20al%202004.pdf>

Neto, J. s. f. Aislamiento, identificación y preservación de *Pseudomonas solanacearum*. Boletín del Instituto Biológico de Sao Paulo, Estación Experimental de Campiñas. Campiñas Brasil.

Nuez, F. 1999. "El Cultivo de Tomate". Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, pp: 15-20.

Proyecto SICA (Servicio de Información y Censo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). Base de Datos del III Censo Agropecuario (en línea). Ecuador. Consultado 2008. Disponible en la URL:
<http://www.sica.gov.ec/censo/index.htm>

PUC.cl (Pontificia Universidad Católica de Chile). s. f. “Familia Solanaceae” (en línea), Consultado 2007. Disponible en la URL:
http://www.puc.cl/sw_educ/hortalizas/html/solanaceae.html

Rodríguez, R. *et al.*, 2001 Cultivo Moderno del Tomate. Ediciones Mundi – Prensa.Madrid, España. 2º Edición. pp.

Sahin, F., 2001. “Severe outbreak of bacterial speck, caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, on field-grown tomatoes in the eastern Anatolia region of Turkey”, New Disease Report, (en línea) Plant Pathology. Consultado 2007. Disponible en la URL: : <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1046/j.1365-3059.2001.00622.x>

Salas W. & V. Sánchez, s. f. Caracterización del Manejo de Enfermedades de tomate en una Finca de Producción Orgánica. (en línea) VI Semana Científica del CATIE

Consultado 2007. Disponible en la URL:

<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0292E/PDF/43.PDF>

Sanguineti M. 2003. Nueva variante de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* afectando plantas de tomate en invernadero en la V Región Tesis Ing. Agr. Valparaíso Chile, Universidad Católica de Valparaíso (en línea). Consultado 2008. Disponible en la URL:

http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20061205/pags/20061205174914.html

Sarita E. & C. Bender. 2007. The phytotoxin coronatine from *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000 functions as a virulence factor and influences defense pathways in edible brassicas. (en línea) Molecular Plant Pathology. Consultado 2008. Disponible en la URL:

<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=18485059>

Shaad, N.W. 1980. Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria.

St. Paul. Minnesota, American Phythopathological Society. 72 p.

Shenge, K.; R. Mabagala; C. Mortensen. 2007. Identification and characterization of strains of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* from Tanzania by biolog system and sensitivity to antibiotics (en línea). African Journal of Biotechnology Consultado 2008. Disponible en la URL: <http://www.academicjournals.org/AJB>

Tigrero, J; Ortega, C. 2002. Cultivo de Tomate Riñón bajo invernadero. Sangolquí, Ecuador. INAGREC. pp. 3 – 5, 20 – 25.

UNAVARRA.es (Universidad Pública de Navarra), s. f. Familia Solanaceae, flora arvensis de Navarra (en línea), Consultado 2007. Disponible en la URL: <http://www.unavarra.es/servicio/herbario/htm/Solanaceae.htm>

Vásquez, F. Espinel, R. Báez, M. s. f. Guía del Manejo de Tomates Indeterminados. Quito, Ecuador. Impordis. s.p.

VEGETABLEMONLINE. s. f. Black rot of cabbage (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*): Disease cycle. (en línea). Consultado 2008. Disponible en la URL: http://vegetablemonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Crucifers_BR.htm

Wilson, M.; H.L., Campbell; P., Jones and J.B., Cuppels. 2002. Biological control of bacterial speck of tomato under field conditions at several locations in North America. (en línea). Phytopathology. Consultado 2008. Disponible en la URL: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHYTO.2002.92.12.1284> -

Wikipedia. 2008. Solanaceae. (en línea). Consultado 2008. Disponible en la URL:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Solanaceae>

Zambrano. J. 1996. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad del
tomate. (Venezuela), pp. 66-72.