

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL



" RESISTENCIA DE DIEZ GENOTIPOS DE CHILE DULCE (Capsicum annum)
A MARCHITEZ VASCULAR EN CONDICIONES DE CAMPO " .

POR:

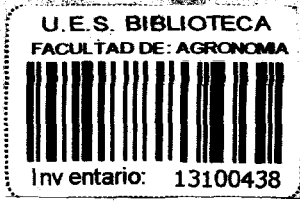
ROLANDO ANTONIO COREAS CANDIDO
OSCAR ORLANDO GUZMAN ARAGON

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, DICIEMBRE DE 1990

Tesis
C 797



000814
Ej. 4

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

d/por la Secretaria de la Facultad de C.C.A.A. F-D-91

RECTOR : LIC. LUIS ARGUETA ANTILLON

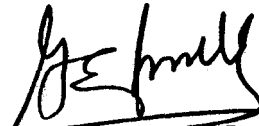
SECRETARIO GENERAL : ING. RENE MAURICIO MEJIA MENDEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. JOSE MARIA GARCIA RODRIGUEZ

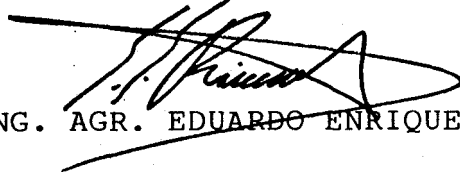
SECRETARIO : ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL



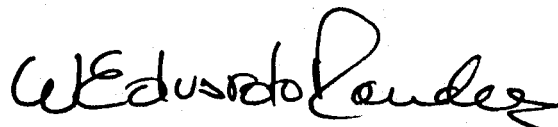
ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ

ASESOR

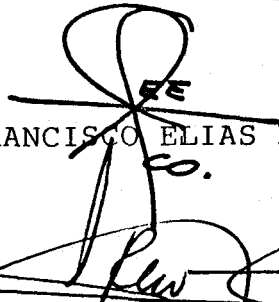


ING. AGR. EDUARDO ENRIQUE RIVERA FAGUNDO

JURADO EXAMINADOR



ING. AGR. WILLY EDUARDO RENTEROS



ING. AGR. FRANCISCO ELIAS ESCOBAR



ING. AGR. EDGARDO WIGBERTO LARA RODRIGUEZ

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el grado de resistencia de diez genotipos de chile dulce (Capsicum annum), a la marchitez vascular, se realizó un ensayo durante los meses de febrero a junio de 1990 en el Cantón El Roble, Departamento de Ahuachapán, ubicado a una altura de 820 msnm con humedad relativa promedio anual de 72%, temperatura promedio anual de 23°C, con una precipitación de 441 mm durante dicho período y suelo con textura arcillosa. Se aplicó el diseño estadístico de bloques al azar, con 4 repeticiones y diez tratamientos, distribuidos en un área de 570 m².

La variable en estudio fue la incidencia de marchitez vascular en los genotipos y se determinó en base al número de plantas enfermas, en relación al número total de plantas evaluadas, expresado en porcentaje en los diez diferentes genotipos.

Al llevar muestras de plantas enfermas al laboratorio y realizar el aislamiento e identificación del patógeno causante de la enfermedad, resultó como agente causal el hongo Fusarium sp.; se utilizó medio de cultivo específico para aislar Phytophthora y Pseudomonas, pero su crecimiento bajo estas condiciones fue nulo, por lo que ambos patógenos se descartan como posibles responsables de la marchitez vascular en chile dulce en la localidad donde se evaluaron los genotipos.

Al someter al análisis de varianza el número de plantas

enfermas, resultó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos; pero al hacer un análisis más riguroso mediante la prueba de Duncan se demostró que el genotipo AVRA presentó mayor resistencia al ataque de la enfermedad en comparación a la variedad comercial Yolo wonder.

AGRADECIMIENTOS

- Deseamos expresar nuestros agradecimientos a nuestro asesor Ingeniero Agrónomo Eduardo Rivera, por la amplia asesoría técnica durante el desarrollo de este trabajo de Investigación. Al Ingeniero Agrónomo Joaquín Larios, Residente Encargado del CATIE, en El Salvador, por su colaboración.
- Al Ingeniero Agrónomo Jorge Alberto Alas, Técnico del Departamento de Horticultura del CENTA, por sus aportes para la realización de este trabajo.
- A la señora Griselda Concepción Silva, Técnico del Laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, por su valiosa ayuda.
- Al Ingeniero Agrónomo Manuel de Jesús Núñez, propietario del terreno donde se instaló el ensayo experimental, por cedernos el área, y permitirnos usar el equipo de riego, herramientas necesarias y por brindarnos desinteresadamente ayuda técnica en el manejo del cultivo.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico especialmente a :

- MIS PADRES :
Lázaro de Jesús Guzmán Estrada
Alicia Aragón de Guzmán

- MI ESPOSA :
María del Carmen Larín de Guzmán

- MI HIJO :
Oscar Alexander Guzmán Larín

- MIS HERMANOS :
Roberto Antonio
Bertha Alicia
Irma Yolanda
Gloria Cándida
Blanca Miriam
Israel Alfredo; y
Mirna Aracely Guzmán Aragón

A TODOS MIS PROFESORES Y COMPAÑEROS QUE DE UNA U OTRA
FORMA APORTARON ALGO PARA CULMINAR MI CARRERA.

OSCAR ORLANDO GUZMAN ARAGON

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico especialmente a :

- MIS PADRES :

María Liliana Cándido

Gonzalo Coreas

- MI HERMANO :

José Heriberto Coreas

A TODAS LAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA FORMA ME APOYARON
MORALMENTE, DURANTE EL TRANSCURSO DE MI FORMACION PROFE-
SIONAL.

ROLANDO ANTONIO COREAS CANDIDO

INDICE

	Página
RESUMEN	iii
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vi
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del cultivo	4
2.1.1. Area cultivada y época de siembra en El Salv.	4
2.1.2. Origen y clasificación botánica	5
2.2. Caracterización de <u>Fusarium</u> sp, causante de la <u>marchi</u> tez vascular del chile dulce	6
2.2.1. Distribución geográfica	6
2.2.2. Etiología	7
2.2.3. Ciclo del patógeno	8
2.2.4. Epifitiología	10
2.2.5. Sintomatología	11
2.3. Métodos de control de la enfermedad	12
2.3.1. Químico	12
2.3.2. Cultural	12
2.3.3. Por resistencia genética	13
2.3.3.1. Tipos de resistencia	15
2.3.3.2. Mecanismos de resistencia	15
2.3.3.2.1. Resistencia externa ...	15
2.3.3.2.2. Resistencia interna ...	16
2.3.3.2.2.1. Resisten- cia inter- na pasiva.	16

	Página
2.3.3.2.2.2. Resistencia inter na dinámi ca	17
3. MATERIALES Y METODOS	18
3.1. Metodología de laboratorio	18
3.1.1. Aislamiento de hongos	20
3.1.1.1. <u>Fusarium</u> sp	20
3.1.1.2. <u>Phytophthora</u> sp	20
3.1.2. Aislamiento de la bacteria	21
3.2. Metodología de campo	22
3.2.1. Localización	22
3.2.2. Duración	22
3.2.3. Etapa de semillero	22
3.2.4. Preparación del terreno	23
3.2.5. Trasplante	23
3.2.6. Fertilización	24
3.2.7. Control de malezas y aporco	24
3.2.8. Control de plagas y enfermedades.	25
3.2.9. Riego	26
3.3. Metodología estadística	26
3.3.1. Diseño estadístico	26
3.3.2. Descripción de tratamientos	27
3.3.3. Toma de datos	28

	Página
4. RESULTADOS	31
4.1. Patógenos causantes de la enfermedad ..	31
4.2. Manifestación de síntomas	32
4.3. Análisis estadístico	33
4.3.1. Porcentaje de incidencia de la marchitez	33
4.3.2. Número de plantas que se esta- blecieron después del trasplan- te	34
5. DISCUSION DE RESULTADOS	35
6. CONCLUSIONES	41
7. RECOMENDACIONES	42
8. BIBLIOGRAFIA	43
9. A N E X O S	47

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición de los medios de cultivo utilizados para el aislamiento del <u>Fusarium</u> sp, <u>Phytophthora</u> sp. y <u>Pseudomonas solanacearum</u>	18
A.1	Importación de chile dulce, desde Guatemala durante 1988 (en kilogramos), y su valor en Colones	48
A.2	Precios promedios mensuales de chile dulce al consumidor durante los meses de 1988. (En Colones/libra)	48
A.3	Resultados de análisis de muestra de suelo.	49
A.4	Reporte de servicio de Laboratorio y Asistencia Técnica	50
A.5	Porcentajes de plantas enfermas de diez genotipos de chile dulce ante la marchitez vascular causado por <u>Fusarium</u> sp.	51
A.6	Valores originales del porcentaje de plantas enfermas en diez genotipos de chile dulce transformados a arco seno $\sqrt{\text{porcentaje}}$ del Cuadro 3, ante la marchitez vascular causado por <u>Fusarium</u> sp.....	52

Cuadro		Página
A. 7	Reacciones de la bacteria analizada y <u>Pseudomonas solanacearum</u> , a las diferentes pruebas bioquímicas	53
A. 8	Reporte de Servicio de Laboratorio y Asistencia Técnica	54
A. 9	Número de plantas enfermas por fase de cultivo ante la marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp.	55
A. 10	Análisis de varianza para el porcentaje de plantas enfermas por genotipo ante la marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp....	56
A. 11	Prueba de Duncan para el porcentaje de plantas enfermas por genotipo ante la marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp.	57
A. 12	Análisis de varianza para el número de plantas establecidas después del trasplante por genotipo ante la marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp.	58
A. 13	Prueba de Duncan para el número de plantas establecidas después del trasplante por genotipo ante la marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp.	59
A. 14	Características morfológicas y fenológicas de la variedad Yolo Wonder	60

Cuadro		Página
A.15	Características morfológicas y fenológicas de la variedad Marconi Rosso	61
A.16	Características morfológicas y fenológicas de la variedad Mercedes	62
A.17	Características morfológicas y fenológicas de la variedad Tropical Irazú	63
A.18	Características morfológicas y fenológicas de la variedad 133 AH	64
A.19	Características morfológicas y fenológicas de la variedad 134 AH	65
A.20	Características morfológicas y fenológicas de la variedad AVRA	66
A.21	Características morfológicas y fenológicas de la variedad 143 AH	67
A.22	Características morfológicas y fenológicas de la variedad 136	68
A.23	Características morfológicas y fenológicas de la variedad 155	69
A.24	Características morfológicas de importancia comercial de los genotipos ante marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp	70

Cuadro

Página

A. 25	Número total de plantas por parcela para cada uno de los diez genotipos evaluados ante marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp.	71
A. 26	Número de plantas enfermas por parcela para cada uno de los diez genotipos evaluados ante la marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp.	72
A. 27	Cantidades normales de precipitación (mm), en el Llano El Espino, Departamento de Ahuachapán	73

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Representación del porcentaje de incidencia de marchitez vascular durante las fases fenológicas en el cultivo de chile dulce	37
2	Análisis comparativo de las respuestas de diez genotipos de chile dulce ante la incidencia de marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp.	38
3	Comportamiento de diez genotipos de chile dulce ante la incidencia de marchitez vascular causada por <u>Fusarium</u> sp. y su relación con la precipitación pluvial ..	40
A.4	Ciclo patológico de la marchitez causada por <u>Fusarium</u> sp.	74
A.5	Plano de distribución de tratamientos ..	75

INTRODUCCION

El chile dulce (Capsicum annum L.), es uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia económica y aunque su fruto no es muy industrializado, tiene alto contenido de vitamina C y gran diversidad de formas de consumo, lo que hace que su demanda a nivel mundial sea bastante alta.

En la actualidad la producción de chile dulce se ha reducido gradualmente, como consecuencia del ataque de plagas y enfermedades, considerándose entre éstas a la marchitez vascular como una de las más importantes. Esta bajo condiciones favorables causa pérdidas severas a los horticultores (5).

La marchitez vascular como todas las enfermedades, interfieren en el desarrollo o crecimiento y consecuentemente en el rendimiento del cultivo. En los campos cultivados donde se presenta la enfermedad, se ha observado una disminución de la producción debido a la gran cantidad de plantas que se marchitan (10).

El ataque del patógeno provoca grandes pérdidas durante la época lluviosa, lo que obliga a importar esta hortaliza desde Guatemala. El mayor volumen de importación se presenta en junio, y asciende a 33,941 kg, y su valor a ¢ 18,625.00 (datos para 1988). Esta situación se da principalmente porque en este mes ya se ha establecido el período de lluvias, lo que hace que aumente la humedad en el suelo, favoreciendo el desarrollo de la marchitez vascular y consecuentemente la dis

minución en el volumen de producción por superficie, provocando un incremento de 0,92 centavos en el precio del producto a nivel de consumidor. (7).

Los agentes causales de la marchitez, invaden el sistema vascular de las plantas atacadas, haciendo inefectivo el uso de productos químicos como medida de control, por lo que la mejor alternativa para combatir esta enfermedad es a través de la resistencia genética de las plantas (10).

En base a esto en el período comprendido del 17 de febrero al 10 de junio de 1990, se evaluó el comportamiento de 10 genotipos de chile dulce ante la marchitez vascular, mediante un diseño de Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones, instalado en el Cantón El Roble, Departamento de Ahuachapán, en terrenos donde la enfermedad, ha disminuido más del 50% de la producción, según horticultor del lugar*.

A pesar de las limitaciones, ocasionadas por el ataque de plagas y otras enfermedades, el comportamiento de los genotipos ante la incidencia de la marchitez vascular no fue interferido, ya que en todos los tratamientos de las diferentes repeticiones, se presentaron plantas infectadas, lo que demuestra que la enfermedad estaba distribuida en toda el área experimental.

Con este trabajo, se pretendió encontrar un genotipo tolerante o resistente a dicha enfermedad, con el fin de disminuir las pérdi-

* Ing. Agrónomo Manuel de Jesús Núñez. Comunicación personal.

das que ocasiona al horticultor, contribuyendo así a reducir los costos de producción y problemas de contaminación ambiental, que implica el uso de productos químicos para el control de la enfermedad.

4. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

2.1.1. Areas cultivadas y época de siembra en El Salvador.

El cultivo del chile dulce (Capsicum annum), en nuestro país, se realiza principalmente en la época seca, debido a que durante este período, se ve disminuido el riesgo de pérdidas en la producción provocadas por el ataque de plagas o enfermedades, es por esta razón que para suplir la demanda de este producto, se tiene que importar desde Guatemala, siendo los meses más críticos mayo y junio, más que febrero y diciembre que es cuando se reportan los mayores volúmenes de importación, tal como se muestra en el Cuadro A.1. Esto representa una fuga de divisas, pues decrece la producción nacional debido a la disminución de las áreas cultivadas. La demanda interna se mantiene durante los meses de julio a noviembre, registrándose para el mes de diciembre un incremento del volumen de importación (15,888 kg), pero su valor de importación disminuye debido a que el riesgo de pérdidas por la incidencia de plagas y enfermedades es menor. A pesar de que en el mes de diciembre se incrementa la producción a nivel nacional, el volumen de importación es elevado ya que hay una mayor demanda como

mos mencionar California Wonder, Tropical Irazú, Agronómico-8, Ponderosa. Pero la que más se utiliza es la variedad Yolo Wonder ya que su rendimiento promedio es de 14,7 Tn/manzana, en comparación de 1,26 Tn/manzana de el resto de variedades (20).

Según sea la variedad alcanzan alturas de 60-120 cms con tallos semileñosos, ramas erguidas, hojas alternas y lanceoladas, flores blancas axilares (11). Su principal valor nutritivo lo constituye el alto contenido de vitamina C; un fruto maduro contiene de 150 a 180 mg por cada 100 gr en comparación con los 20-25 mg de vitamina C por 100 gr de tomate (5).

2.2. Caracterización de Fusarium sp, causante de la marchitez vascular del chile dulce.

2.2.1. Distribución geográfica

Esta enfermedad fue descrita en Nuevo México en 1919 y en Argentina en 1940 (17, 22).

El patógeno se encuentra ampliamente distribuido, en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En El Salvador se encuentra en casi todas aquellas zonas agrícolas donde se cultiva chile dulce y otras hortalizas (2).

2.2.2. Etiología

En El Salvador, el agente causal asociado con la marchitez vascular del chile dulce es el hongo llamado Fusarium sp, el cual pertenece al orden Moniliales, clase Deuteromyces, familia Tuberculariaceae (2).

El micelio es septado e incoloro al principio, pero conforme madura adquiere un color crema o amarillo pálido y bajo ciertas condiciones adquiere una tonalidad rosa pálido o ligeramente púrpura (2).

Este patógeno produce tres tipos de esporas asexuales: Microconidios ovales o en forma de riñón; generalmente no septadas (2). Son las esporas que el hongo produce con mayor frecuencia y en mayor abundancia en todas las condiciones; siendo éstas las únicas esporas que forma el hongo en el interior de los vasos de plantas hospederas que ha infectado (1). Las dimensiones de éstas varían entre 8-25 micras para microconidias no septadas y 18-28 micras para las septadas (2).

Macroconidias :son las esporas típicas de Fusarium, son ligeramente curvadas o casi rectas, semejando en muchos casos, una media luna, con un extremo ligeramente atenuado o disminuido (2). Aparecen con gran frecuencia sobre la superficie de plantas que han sido destruidas por el patógeno y por lo común se forman en grupos de estructuras en forma de esporodoquios (1).

La macroconidia: de no muy fácil obtención en medios de cultivo corriente, puede variar en sus dimensiones entre 25-66 x 2.3-4.3 micras para las que tienen 3 septas y 32-68 x 2.8-4.5 micras para aquellas con 5 septas (2).

Las clamidosporas, están constituidas por una o dos células, son de pared gruesa y son esporas redondas, que se forman terminalmente o intercaladas en el micelio más viejo o en las Macroconidias del hongo. Estos tres tipos de esporas se forman en el suelo y en los cultivos artificiales del hongo (1).

2.2.3. Ciclo del patógeno

El patógeno sobrevive en el suelo en forma de micelio y en cualquiera de sus formas de esporas. Se propaga a corta distancia principalmente en los trasplantes infectados o en el suelo que va con ellos. Es frecuente que una vez, un área ha sido infestada por Fusarium, se mantenga así por tiempo indefinido (1).

Cuando las plantas sanas se desarrollan en un suelo contaminado, los tubos germinatorios de las esporas o el micelio penetran directamente en las puntas de las raíces o entran en estas últimas a través de las heridas. El micelio del hongo se propaga intracelularmente a través de la corteza de la raíz y cuando llega a los vasos xilémicos, entra en ellos a través de las punteaduras. Se mantiene exclusivamente en los vasos

y viaja a través de ellos principalmente en sentido ascendente hacia el tallo y la corona de la planta. Cuando se encuentra en los vasos dicho micelio se ramifica y produce microconidios que son difundidos y llevados hasta la pared superior de la planta en el torrente de savia. Los microconidios germinan en el punto donde cesa su movimiento ascendente, el micelio penetra la pared superior del vaso y el hongo produce más microconidios en el siguiente, el micelio del hongo avanza también lateralmente en los vasos adyacentes, en los que penetra a través de las punteaduras (1). Quizás a una combinación de los procesos tratados anteriormente, la obstrucción de los vasos por el micelio, esporas, gomas y tilosis, así como la presión que ejerce la proliferación de las células parenquimatosas adyacentes, se deba a la alteración de la economía del agua de las plantas infectadas. Cuando el agua para las plantas es inferior al mínimo requerido para su funcionamiento, los estomas se cierran, las hojas se marchitan y se mueren, y como consecuencia se muere el resto de la planta (1).

El hongo invade entonces en gran escala a los tejidos parenquimatosos de la planta, llega a la superficie de los tejidos muertos y ahí esporula profusamente. Las esporas son diseminadas hacia nuevas plantas o áreas por medio del viento, el agua y otros factores. En ocasiones el hongo llega a los frutos de las plantas dañadas y penetra o contamina las semillas. Esto sucede principalmente cuando la humedad del suelo es alta y la temperatura relativamente baja, condiciones que

permiten a las plantas producir buenas cosechas, aunque sean infectadas por el hongo, sin embargo es frecuente que los frutos infectados se pudran y se pierdan, incluso después de haber sido cosechados, sus semillas infectadas son tan ligeras que se eliminan durante los métodos de extracción y limpieza de la semilla, lo cual hacen que casi no tenga importancia alguna en la propagación del hongo (1).

El organismo que se supone patógeno fue descrito por Leonian como Fusarium annum, entrando dentro de los límites de Fusarium solani, cuyas formas son las causantes de la podredumbre de las raíces del guisante y la judía, la enfermedad es tan similar al marchitamiento por Phytophthora, descrita por Leonian en la misma zona, que se ha sospechado si alguna fase no es producida por Fusarium (22).

2.2.4. Epifitiología

El patógeno que provoca la enfermedad, puede ocasionar, pérdidas considerables, especialmente en variedades susceptibles y bajo condiciones climáticas favorables (1).

Dentro de las condiciones que favorecen al patógeno, se ha encontrado que el óptimo de temperatura del suelo para que el hongo se desarrolle es de 28 °C y temperaturas arriba de 33 °C y abajo de 21 °C, inhiben su crecimiento. En cuanto a la humedad relativa propicia para el desarrollo del patógeno, debe ser mayor del 80%, acompañada de temperaturas bajas. Pa

ra la germinación de esporas el pH del suelo más apropiado está comprendido dentro de los límites 4,5-7,5. Muy importante para el desarrollo de la enfermedad, son las condiciones bajo las cuales las plantas crecen antes de la infección ya que plantas con exceso de Nitrógeno y deficientes de Potasio, aumentan el desarrollo de la enfermedad, mientras que concentraciones altas de Potasio y bajas de Nitrógeno hacen a la planta más resistente a la marchitez (2).

2.2.5. Sintomatología

La primera manifestación de la marchitez vascular en chile dulce, es una ligera inclinación de las hojas más inferiores de la planta a consecuencia de la iniciación del marchitamiento. Poco tiempo después, las hojas superiores se marchitan y se inclinan en forma notable. El tallo debido a su naturaleza leñosa permanece erecto, después de la inclinación y caída de la mayoría de las hojas. Las raíces y el tallo presentan un ennegrecimiento y desintegración como proceso final de la enfermedad (2).

Las infecciones por Fusarium sp., pueden distinguirse debido a que aparte de los síntomas de marchitez no se aprecian otros síntomas sobre la planta (2, 8). El Fusarium sp. en chile ataca provocando la seca o marchitez de la planta por trombosis de los vasos, pero la muerte de las plantas no es brusca, sino en forma paulatina, lo que permite reconocer

los distintos grados de desarrollo de la enfermedad sobre la planta (13).

2.3. Métodos de control de la enfermedad

2.3.1. Químico

La marchitez vascular, provocada por hongo del género Fusarium sp. que es un patógeno que sobrevive en suelo, es de carácter sistémico, por lo que una vez se observa en el cultivo los primeros síntomas, su control utilizando productos químicos es ineficiente. Por esta razón se recomienda el uso de semillas desinfectadas, las cuales son tratadas con Captan o Arazan, utilizando un gramo por libra de semilla. Otra de las formas recomendadas para proteger las plantas del ataque de Fusarium sp. y otros hongos de suelo es utilizando la siguiente solución: 30 gr de Ridomil más 60 gr de Captan en 5 galones de agua. A esta solución se añade suelo arcilloso hasta formar una pasta lechosa y se sumergen únicamente las raíces de las plantas, tratando que queden bien impregnadas, luego se procede a su trasplante. De esta forma se ha logrado minimizar los daños causados por Fusarium sp. en los cultivos de chile dulce en Guatemala (11).

2.3.2. Cultural

Dentro de las formas de control cultural de la marchi-

tez, se menciona la rotación de cultivos, eliminación de rastrojos anteriores, y en suelos pesados (suelos arcillosos) mantener buen drenaje (19).

2.3.3. Por resistencia genética

La resistencia genética es considerada la piedra angular de cualquier programa de control integrado de plagas y es la forma más eficaz y económica de control de enfermedades, debido a que no eleva los costos de producción y tampoco altera el ecosistema (14).

Cuando se logra poner al alcance del agricultor una variedad que no se afecte por una enfermedad de importancia, no sólo se tiene un seguro contra las pérdidas que ocasiona la enfermedad sino que se ahorran los gastos y las aplicaciones inherentes a la medida de combate de otra naturaleza, la búsqueda de una variedad resistente implica en primer lugar, la búsqueda de una fuente adecuada de resistencia (10, 15).

La resistencia constituye una reacción de defensa inherente del hospedante que tiende a disminuir la patogenicidad de un agente causal y depende en su origen de mutaciones y debe buscarse en poblaciones de gran variabilidad genética, principalmente dentro de las plantas alógamas, si el material seleccionado no presenta buenas características agronómicas, entonces se recurre a la hibridación para incorporar los factores deseables (16).

Muchas de las variedades resistentes que se usan en la actualidad proceden directamente de plantas individuales que fueron afectadas por determinada enfermedad. La probabilidad de encontrar este tipo de sobreviviente, aumenta cuanto mayor sea la heterogeneidad genética de la población. De hecho, aún antes de que se desarrollan los conceptos y métodos actuales sobre variedades resistentes, ya los agricultores, habían seleccionado empíricamente progenies de individuos resistentes, al usar las plantas más productivas como principal fuente de semillas; es decir que es probable que este sistema haya mantenido un equilibrio entre los cultivos y las enfermedades, hasta hace aproximadamente un siglo, que fue cuando se trastornó el sistema al establecer la agricultura extensiva e intensiva que favorece epifitias y al aumentar el tráfico mundial de plantas y patógenos. Actualmente ya no se puede depender sólo de la selección de individuos resistentes, sino que se procura buscar, por métodos más eficaces las plantas que puedan servir de fuentes de resistencia. Desafortunadamente, las poblaciones de plantas cultivadas, son cada vez más homogéneas, por lo tanto la posible fuente de resistencia debe buscarse a menudo en otra parte, y generalmente el lugar más propicio para encontrarlo es la región de donde el hospedante es originario, ya que hay mayor heterogeneidad y es posible que en ese lugar se haya mantenido la resistencia por muchas generaciones, ya sea entre las plantas cultivadas o entre sus parientes silvestres (11).

2.3.3.1. Tipos de resistencia

Las reacciones de diferentes variedades de una misma especie de hospedante, ante un patógeno determinado. Según lo establece González (10), pueden ser de varios tipos:

a) Inmunidad: Una variedad no se infecta nunca aunque todos los factores patógenos-ambiente sean favorables a la enfermedad.

b) Resistencia propiamente dicha (o alta resistencia): La infección ocurre, pero la planta restringe el desarrollo ulterior de la enfermedad.

c) Tolerancia (o baja resistencia): La enfermedad se desarrolla, pero la planta no muestra síntomas severos ni se ve muy afectada en su crecimiento y productividad.

d) Susceptibilidad : Cuando no se presenta ninguna de las reacciones anteriores, desarrollándose normalmente la infección.

2.3.3.2. Mecanismos de resistencia

2.3.3.2.1. Resistencia externa

Consiste en que las variedades resistentes presentan una barrera mecánica o química impidiendo la penetración del patógeno. Las barreras mecánicas pueden consistir de cutícula gruesa, paredes epidermales, muy resistentes, estomas

que se abren muy poco o durante períodos muy cortos, retardando o impidiendo la penetración estomática o pelos epidermales que dificultan el contacto con la epidermis de las esporas o de los insectos portadores de virus (10).

2.3.3.2.2. Resistencia interna

El patógeno entra con igual facilidad, tanto en las variedades resistentes como en las susceptibles; pero sólo en las últimas consigue culminar el proceso o causar la enfermedad, la interferencia puede deberse a ciertas condiciones estructurales o bioquímicas de la variedad resistente que existen antes de que ocurra la infección (resistencia pasiva), pero con mayor frecuencia se debe a reacciones específicas de los tejidos, provocadas por la invasión del patógeno (resistencia dinámica o inducida) (10).

2.3.3.2.2.1. Resistencia interna pasiva

Las variedades con resistencia pasiva son aquellas que contienen sustancias tóxicas al patógeno, con frecuencia esta sustancia tóxica al patógeno se encuentra en algunos órganos de las plantas o sólo se producen en ciertas etapas de desarrollo (10).

...

2.3.3.2.2.2. Resistencia interna dinámica

En la mayoría de las variedades cuyo mecanismo de resistencia a determinada enfermedad ha sido estudiado en detalle, se ha encontrado que tal mecanismo es de naturaleza dinámica, es decir, obedece a reacciones provocadas por la presencia del patógeno, reacciones que no ocurren en las plantas sanas. La resistencia dinámica es de naturaleza muy variable, puede consistir en la formación de barreras de corcho o capas de abscisión, de reacciones de hipersensibilidad y otros efectos de polifenoles oxidados o de producción de fitoalexinas (10).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Metodología de laboratorio

Los principales patógenos que se reportan como agentes causales de la marchitez vascular, son Fusarium sp. y Pseudomonas solanacearum, ambos patógenos son parte de la micro población del suelo (10). Sin embargo, en Costa Rica relacionan a Phytophthora capsici, con la marchitez en chile dulce (22). En base a esta interrogante, previo a la instalación del ensayo, se recolectaron muestras de plantas enfermas procedentes del Cantón El Roble, Departamento de Ahuachapán y Olocuilta, Departamento de La Paz, las cuales se llevaron al laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, para realizar los aislamientos y así poder identificar el o los patógenos causantes de la marchitez vascular en chile dulce. Para aislar a los posibles patógenos, se prepararon medios específicos y comunes para cada uno, los cuales, se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición de los medios de cultivo utilizados para el aislamiento de Fusarium sp, Phytophthora sp, y Pseudomonas solanacearum.

<u>Patógeno</u>	<u>Medio de Cultivo</u>	<u>Composición</u>	<u>Cantidad</u>
<u>Fusarium</u> sp.	Nash y Snyder (PCNB)	Peptona KH ₂ PO ₄	15.0 gr 1.0 gr

....

Continuación Cuadro 1.

<u>Patógeno</u>	<u>Medio de Cultivo</u>	<u>Composición</u>	<u>Cantidad</u>
		MgSO ₄ 7H ₂ O	0.5 gr
		Estreptomicina	300 mg
		PCNB	1.0 gr
		Agar	20.0 gr
		Agua aforar hasta	1000 ml. (*)
	LBA (Lima Bean Agar)	Lima Bean infu- sion from	62.5 gr
		Agar	15.0 gr (**)
	PDA (Papa Dextrosa Agar).	Extracto de papa	
		Aforar hasta	1000 ml
		Dextrosa	10 gr
		Agar	20 gr (9)
<u>Pseudomonas</u>	KB		
<u>solanacearum</u>	(B de King)	Agar	20 gr
		K ₂ HPO ₄ SH ₂ O	1.5 gr
		MgHSO ₄ 7H ₂ O	1.5 gr
		Glicerol	10 ml
		H ₂ O destilada	1000 ml
		Proteasa pep- tona.	20.0 gr
		pH	7.2 (19)
<u>Phytophthora</u>	Agar V-8	Jugo de vegetales	200.0 ml
sp.		Carbonato de calcio	3.0 gr
		Agar	18.0 gr
		Agua hasta comple- tar	1000 ml (9)

Fuente : (*) Separata de Fitopatología II
 (**) Difco Laboratories

3.1.1. Aislamiento de hongos

3.1.1.1. Fusarium sp.

Para el aislamiento de Fusarium sp, se lavaron bien con agua de chorro las partes subterráneas y tallo de material con síntomas de marchitez, luego se cortaron en pequeños trozos de 0,5 - 1 cm de largo, para luego sumergirlos en clorox al 10% durante 2 minutos, después se pasaron por agua destilada estéril para eliminar los residuos de clorox y se transfirieron con pinzas estériles, al medio de cultivo Nash contenido en 10 cajas Pedri. Este medio por ser selectivo se utilizó para obtener un cultivo puro de Fusarium sp, el cual, se transfirió mediante repiques a los medios lima Bean Agar (LBA), y Papa Dextrosa Agar (PDA), para incrementar el inóculo, ya que es propicio para el crecimiento de hongos (9).

3.1.1.2. Phytophthora sp.

Para el aislamiento de este patógeno se realizó el mismo proceso seguido para Fusarium sp, con la diferencia que

se utilizó, el medio de cultivo Agar V-8, selectivo para el crecimiento de hongos del género Phytophthora sp.

3.1.2. Aislamiento de la bacteria

El material vegetal enfermo se lavó con agua de chorro, para quitar residuos de tierra, que conlleva la muestra, luego se cortaron trozos de 0,5 cm de longitud y se desinfectó con clorox al 10% para eliminar los microorganismos contaminantes que se encuentran en la superficie de las muestras. Después se colocaron durante 10 minutos en tubos de ensayo, conteniendo 5 cc de agua estéril, con el objeto de que las bacterias se difundieran en ella. Con una asa bacteriológica se tomó una gota de esa suspensión y se distribuyó en zigzag, sobre la superficie del medio KB, contenido en 10 cajas Petri, sin perforarlo. Tres días después se manifestó un crecimiento de diferentes colonias bacterianas, incluso crecimiento esporádicos de Fusarium sp. De las colonias de bacterias desarrolladas en el medio se hizo crecer un cultivo puro de la más frecuente en todos los aislamientos, para identificarla mediante las pruebas bioquímicas (9).

3.2. Metodología de campo

3.2.1. Localización

El ensayo se realizó en la Finca San José, propiedad de Manuel de Jesús Núñez, ubicada en el Cantón El Roble, a seis kilómetros al norte de la Ciudad de Ahuachapán, a una altura de 820 msnm, con temperatura promedio anual de 23 °C, humedad relativa promedio anual de 78%, precipitación promedio de 441 mm correspondiente al período febrero-junio. Suelo con textura arcillosa, pH = 5, fuertemente ácido, un contenido alto de potasio y bajo de nitrógeno y fósforo.

3.2.2. Duración

La fase de campo tuvo una duración de 113 días comprendidos desde el 17 de febrero de 1990 hasta el 10 de junio del mismo año, incluyendo dos etapas: una etapa de semillero que duró 31 días y una segunda etapa de 82 días después del trasplante para que el cultivo completara su ciclo.

3.2.3. Etapas de semillero

El semillero se preparó en un cantero de 5 m² (5 m x 1 m), el cual se trató con Furadan 10% a razón de 1 onza/ 5 m² para el control de plagas del suelo; al mismo tiempo

se fertilizó con Fórmula 16-20-0 a razón de 3 onzas/m², inmediatamente después se prosiguió a la siembra con la modalidad de chorro seguido y un distanciamiento de 20 cm entre surco, utilizando dos surcos para cada variedad, las cuales fueron delimitadas e identificadas correctamente para evitar confundirlas a la hora del trasplante, posteriormente se cubrió con zacate jaraguá (Hyparrhenia rufa), el cual se quitó cuando las semillas empezaban a germinar. Una semana después de la germinación se realizó una limpia y aporco de las plántulas.

Fue necesaria la aplicación de Tamaron 600 a razón de 10 cc/galón de agua para control de gusanos cortadores y minadores ya que se presentó cierta incidencia de dichos insectos.

3.2.4. Preparación del terreno

El terreno se preparó tres semanas antes del trasplante, realizándose dos rastreados y un surqueado, luego se delimitó el área experimental con estacas; en cuatro bloques de diez parcelas cada uno, identificándolos con viñetas según el tratamiento y repetición.

3.2.5. Trasplante

Esta labor se realizó por las tardes durante dos días, cuando las plantas tenían un mes de edad, utilizando un dis

tanciamiento de 40 cm entre plantas y un metro entre surcos. Para evitar confusiones y evitar pérdidas de plantas se plantaron en el primer día las variedades que correspondían a los tratamientos T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ y en el segundo día las que correspondían a T₆, T₇, T₈, T₉, T₁₀.

2.3.6. Fertilización

La fertilización se hizo en base a un previo análisis de suelo, aplicando a los cinco días después del trasplante 30 libras de fertilizante Fórmula (16-20-0), en 480 m² y un mes después de ésta, 30 libras de sulfato de amonio, ambas aplicaciones fueron completadas con urea aplicadas al inicio de la floración a razón de 30 libras, además se hicieron dos aplicaciones de metalosatos antes de la floración a razón de 15 cc/galón de agua, para compensar la deficiencia de minerales.

3.2.7. Control de malezas y aporco

La primera limpia de malezas se hizo un mes después del trasplante ya que el desarrollo de éstas fue bastante limitado debido al racionamiento de agua, la cual se suministró por aspersión durante la primera mitad del ciclo del cultivo.

La segunda se hizo 15 días después de la primera mediante el aporco, luego con la entrada de la época lluviosa fue necesario

realizar dicha labor cada 10 días para mantener limpio el cultivo.

3.2.8. Control de plagas y enfermedades

Debido a la alta incidencia de plagas del suelo, tales como gallina ciega (Phyllophaga sp), gusano de alambre (Melanotus sp), larvas de tortuguillas (Diabrotica sp), y nemátodos (Cuadro A.4), fue necesaria la aplicación de Furadan 10% granulado incorporado al suelo en el momento del trasplante. Las plagas del follaje de mayor incidencia en el cultivo como Diabroticas, Mosca Blanca (Bemisia tabaci) y Minadores, se combatieron con Tamarón 600 SL a razón de 25 cc/galón de agua, aplicados semanalmente durante toda la fase vegetativa. Desde la fase de floración hasta el final del ciclo del cultivo se sustituyó el Tamarón 600 SL por Thiodan 35% para prevenir y controlar al picudo del chile (Anthonomus eugeni), aplicándolo cada 5 días a razón de 25 cc/galón de agua.

Además de las plagas antes mencionadas hubo una alta incidencia del ácaro blanco, el cual se convirtió en un serio problema ya que obstaculizó en gran medida el desarrollo del cultivo, con el objeto de disminuir el daño de éste, se hicieron tres aplicaciones de Folimat 800 a razón de 20 cc/galón de agua con un intervalo de una semana, antes de entrar a la fase de floración.

No se realizó ningún control de enfermedades tales como Tizón Temprano (Alternaria solani), Tizón Tardío (Phytophthora infestans) y Mancha

foliar (Cercospora capcisi) para no interferir con el desarrollo de la enfermedad evaluada; aunque no se conoce ningún fungicida que la contrarreste, se evitó dicha labor para eliminar esa posibilidad.

3.2.9. Riego

El riego se hizo por aspersión diariamente durante los primeros diez días, luego cada dos días hasta el establecimiento de las lluvias. El período de riego utilizado fue de 2 horas/día.

Como el cultivo fue plantado el 20 de marzo, se utilizó el riego por aspersión hasta el 31 de abril, luego fue innecesario completando con el agua lluvia, el resto del ciclo del cultivo.

3.3. Metodología estadística

3.3.1. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. En cada bloque se delimitaron diez parcelas de 12 m^2 (3 m x 4 m) en las cuales se distribuyeron al azar los diferentes tratamientos.

Los bloques fueron distribuidos en base a cierta gradiente pendiente que existía en el terreno utilizando un área experimental de 480 m^2 .

3.3.2. Descripción de tratamientos

Los tratamientos los conforman los factores en estudio, es decir los diez genotipos de chile dulce y la marchitez vascular a las que se someten. Los genotipos fueron evaluados a nivel de campo; en terreno donde la variedad de chile dulce Yolo Wonder había presentado un daño por marchitez en un 40-50% de las plantas cultivadas, en el año anterior.

El ensayo se instaló en el área del terreno donde hubo mayor incidencia de la enfermedad, con el objeto de asegurarnos de que los diez genotipos estuvieran sometidos de la manera más uniforme a la cantidad de inóculo en el suelo.

<u>Genotipos evaluados</u>		<u>enfermedad</u>
G1 = Yolo Wonder	G7 = AVRA	E = Marchitez
G2 = Marconi Rosso	G8 = 143 AH	Vascular
G3 = Mercedes	G9 = 136	
G4 = Tropical Irazú	G10= 155	
G5 = 133 AH		
G6 = 134 AH		

Al hacer la combinación se obtuvieron los diez tratamientos los cuales se describen a continuación:

N°	Tratamiento	Genotipo
T1	G1 E	Yolo Wonder *** (1)
T2	G2 E	Marconi Rosso **
T3	G3 E	Mercedes *
T4	G4 E	Tropical Irazú ***
T5	G5 E	133 AH *
T6	G6 E	134 AH *
T7	G7 E	AVRA *
T8	G8 E	143AH*
T9	G9 E	136 *
T10	G10 E	155 *

* Procedentes del Banco de Germoplasma del CATIE.
Turrialba, Costa Rica.

** Procedente de Guatemala

*** Variedades comerciales en El Salvador

(1) Testigo relativo

Lo que se buscó en cada tratamiento fue evaluar la resistencia de cada una de los genotipos ante la marchitez vascular.

El genotipo Yolo Wonder fue incluido entre los diez genotipos evaluados, como un testigo relativo; por ser es te el genotipo comercial que más se siembra en nuestro país y es reportado por los horticultores como susceptible a la marchitez.

3.3.3. Toma de datos

La toma de datos se comenzó al momento en que aparecieron las primeras plantas enfermas por marchitez, previo a una constante observación del cultivo; en dicha actividad se utilizó un intervalo de tres días, que luego se fue ampliando hasta diez conforme a la edad del cultivo.

Dicha medida se tomó debido a que las plantas en la etapa vegetativa tardan menos en morir que las que están llegando a la etapa reproductiva (8).

El parámetro principal para la toma de datos fue el número de plantas enfermas debido a que la enfermedad evaluada es de carácter sistémica, es decir no se presentan daños en forma local, si no un marchitamiento general de la planta que conlleva gradualmente a la muerte. Sin embargo para conocer el comportamiento de los genotipos a las condiciones de la zona se consideró el tamaño de fruto, forma del fruto, número promedio de frutos tomados de diez plantas al azar y otras características agronómicas propias de cada genotipo en estudio. Estos aspectos no fueron sometidos al análisis de varianza debido a que no era objetivo del ensayo, por esa razón solo tomaron datos por tratamiento en una sola repetición, seleccionando 10 plantas por genotipo cuyo desarrollo no se vio afectado por el ataque de plagas y enfermedades.

Para la determinación del grado de resistencia se esti

mó el porcentaje de incidencia de la enfermedad en cada tratamiento, para someterla al análisis estadístico, además se calculó un porcentaje promedio de cada variedad en las 4 repeticiones para establecer cuál de ellas se comportó mejor en cuanto a resistencia a la enfermedad.

Debido a las condiciones en que se realizó el ensayo, fue necesario transformar los porcentajes de incidencia obtenidos originalmente (Cuadro A.5) a arco seno $\sqrt{\text{porcentaje}}$ (Cuadro A.6). Esto con el objeto de hacer más confiable los resultados obtenidos (6).

4. RESULTADOS

4.1. Patógenos causantes de la enfermedad

Mediante el análisis de laboratorio al aislar el patógeno de plantas enfermas en los medios de cultivo Nash (específico para Fusarium sp) Agar V-8 (específico para Phytophthora sp) y KB (el cual es un medio bacteriológico), se observó que el único que creció en su medio específico fue Fusarium sp. y a pesar de que los medios Agar V-8 y KB se consideran apropiados para Phytophthora sp y Pseudomonas solanacearum respectivamente, no hubo crecimiento de estos patógenos, pero sí cierto crecimiento de Fusarium sp., el cual creció en todos los medios utilizados, incluyendo PDA (Papa Dextrosa-Agar) y LBA (Lima Bean Agar).

Para la identificación microscópica del hongo se tomó con aguja de disección una mínima porción del micelio algodonoso y se colocó en una gota de Lactofenol al 0,05%, contenido en un portaobjeto, se observó al microscopio a un aumento de 40X, con el cual se pudo comprobar que se trataba de Fusarium sp, presentando microconidias y micelio septado (9).

Al analizar la bacteria más frecuente en los aislamientos, a través de las pruebas bioquímicas, se observó que las reacciones presentadas son diferentes a las de Pseudomonas solanacearum, por lo que descartamos como causante de marchitez vascular en las muestras analizadas (Cuadro A.7).

Al llevar muestras de plantas enfermas procedentes del ensayo al Laboratorio de Patología Vegetal del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA), el resultado del aislamiento fue el mismo que el descrito anteriormente (Cuadro A.8).

4.2. Manifestación de síntomas

Las plantas atacadas por marchitez vascular, muestran al inicio un debilitamiento o flacidez de las hojas, y una vez manifiestan los primeros síntomas, se van marchitando gradualmente, hasta secarse completamente, debido a la destrucción de los vasos xilémicos, ocasionadas por el patógeno, el cual penetra por la raíz, provocando una necrosis que avanza hasta la base del tallo. Conforme se va desarrollando la enfermedad en el área de cultivo, van apareciendo plantas marchitas en forma localizada, hasta formar grandes manchones de plantas muertas que se extienden por toda la plantación.

Cuando los síntomas de marchitez aparecen en la fase de fructificación ocurre una maduración precoz y aborto de los frutos, la cual es causada por deficiencia de agua en las plantas.

En base a observaciones hechas en todo el ciclo de cultivo, se puede decir que la enfermedad se manifiesta más, durante la etapa de floración y fructificación, ya que en éstas es donde apareció un mayor número de plantas enfermas (Cuadro A.9 y Figura A.2).

El período que transcurre entre la primera manifestación del síntoma y la muerte total de la planta, es de dos a tres días en plantas jóvenes, mientras que en plantas en floración o fructificación es de cinco a seis días.

4.3. Análisis estadístico

El análisis de los resultados, se hizo en base al diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones, para lo cual se analizó el porcentaje de incidencia de la marchitez vascular en los diferentes genotipos evaluados, como principal parámetro indicador de la resistencia a la enfermedad, asimismo se sometió al análisis de varianza el número de plantas establecidas después del trasplante.

4.3.1. Porcentaje de incidencia de la marchitez

El análisis de varianza para el porcentaje de incidencia, muestra que los tratamientos en estudio, resultaron con diferencia no significativa (Cuadro A.10), lo que refleja que los genotipos evaluados son estadísticamente iguales, en cuanto a resistencia a la marchitez.

El efecto de los bloques no fue significativo, lo que indica que la enfermedad se encontraba uniformemente distribuída en toda el área experimental. Al analizar este parámetro mediante la prueba de Duncan, se refleja que hay diferencia significativa al 5% de probabilidad estadística, en donde el genotipo AVRA presentó mayor resistencia - a la marchitez que los genotipos Marconni rosso, Mercedes, Tropical Irazú, 133 AH, 134 AH, 143 AH y 136. Sin embargo estos últimos a pesar de que son mejores que los genotipos

Yolo Wonder y 155, no muestran diferencias significativas estadísticamente, por lo que se consideran iguales. El genotipo 136, presentó diferencias significativas únicamente en relación al genotipo 155, pero se comporta igual con respecto a los demás (Cuadro A.11).

4.3.2. Número de plantas que se establecieron después del trasplante

Al someter el número de plantas establecidas once días después del trasplante al análisis de varianza, se determinó que los tratamientos en estudio no mostraron diferencias significativas, pero si el efecto de los bloques (Cuadro A.12), lo que indica que los genotipos se comportaron estadísticamente iguales, aunque en algunos de los bloques, hubo mejor comportamiento de estos.

A través de la prueba de Duncan se refleja que el genotipo AVRA muestra diferencia significativa al 5% de probabilidad con respecto a la Marconni rosso y 143 AH, a pesar de que el genotipo resulta ser igual que los demás genotipos, estos no son mejores que Marconni rosso ni 143 AH, ya que no existe diferencia significativa entre ellos (Cuadro A.13).

5. DISCUSION DE RESULTADOS

Mediante el análisis realizado tanto en el laboratorio de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador como en el Laboratorio de Patología Vegetal del CENTA, se puede decir que el agente causal de la marchitez vascular es Fusarium sp. ya que es el patógeno identificado en todos los aislamientos realizados en ambas instituciones. Además las plantas enfermas que se sometieron al análisis de laboratorio mostraron una necrosis desde las raíces hasta la base del tallo y un marchitamiento total como consecuencia de una goma parduzca formada en los vasos conductores, que impide la circulación de agua, el cual es evidente al hacer un corte transversal del tallo.

Estos síntomas son típicos de Fusarium sp. los cuales concuerdan con los síntomas de marchitez que describe Leonian (22), quien afirma que este patógeno es uno de los responsables de la marchitez vascular en chile dulce.

Bajo las condiciones en que se realizó el experimento, los resultados que se obtuvieron para porcentaje de incidencia mostraron que estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los genotipos, pero matemáticamente y mediante la prueba de Duncan se comprobó que el AVRA se comportó mejor en cuanto a resistencia a la enfermedad, ya que tuvo menor incidencia comparado con los demás ge-

notipos evaluados. Al hacer una comparación de porcentajes de incidencia se puede observar que el AVRA tiene 26,2% menos con respecto al 155 que fue el más susceptible y un 19,6% con respecto al Yolo Wonder (Figura 1), que se tomó como testigo relativo, por ser el que más se siembra en nuestro país.

A pesar de que algunos genotipos respondieron mejor que otros ante la marchitez vascular, se manifestó más del 30% de daño por su presencia en el área del ensayo, ya que al determinar el porcentaje total de incidencia, mediante el número total de plantas marchitas y plantas sanas de los diez genotipos, se obtuvo el 33% de incidencia (Fig. 2), lo que demuestra que puede reducir en más del 50% del rendimiento en genotipos susceptibles como el 155 una vez presente en el terreno y las condiciones de clima sean favorables para su desarrollo.

Según los resultados, el genotipo Yolo Wonder tuvo un porcentaje de incidencia de 44,5% lo que concuerda con estudios hechos en el mismo a nivel de invernadero por Quintanilla en 1988 (18), donde se obtuvo un 40% de incidencia en dicho genotipo.

Es importante hacer notar el comportamiento de los genotipos en cuanto a adaptación a la zona, para esto se hicieron observaciones de incidencia de plagas, número promedio de frutos por planta, tamaño de fruto y otras características morfológicas de cada genotipo (Cuadro A.14 al A.24), además se hizo un análisis de varianza al número de plantas establecidas después del trasplante, en el cual no hubo diferencia significativa entre los genotipos; sin em-

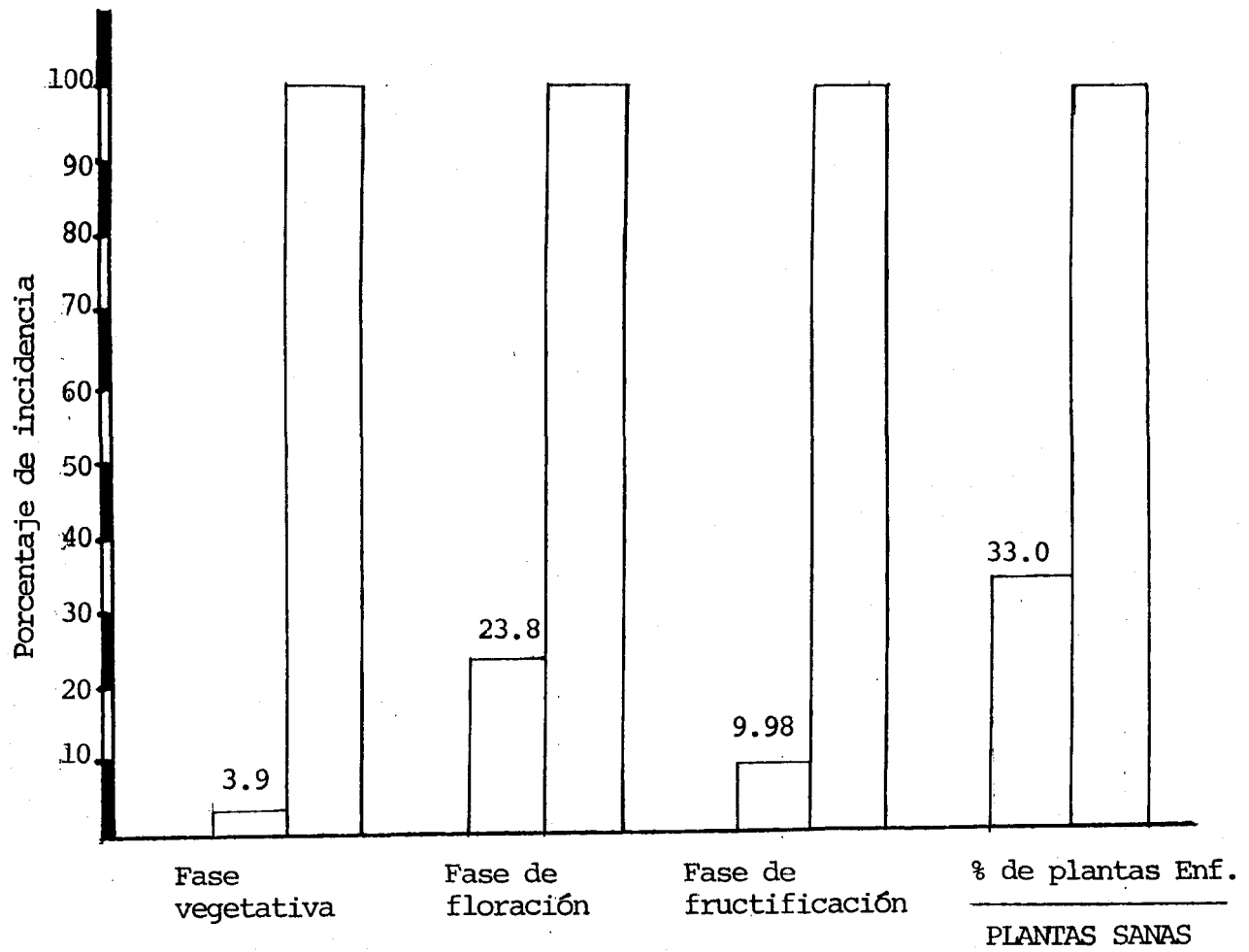


Figura 1. Representación del porcentaje de incidencia de marchitez vascular durante las fases fenológicas en el cultivo de chile dulce.

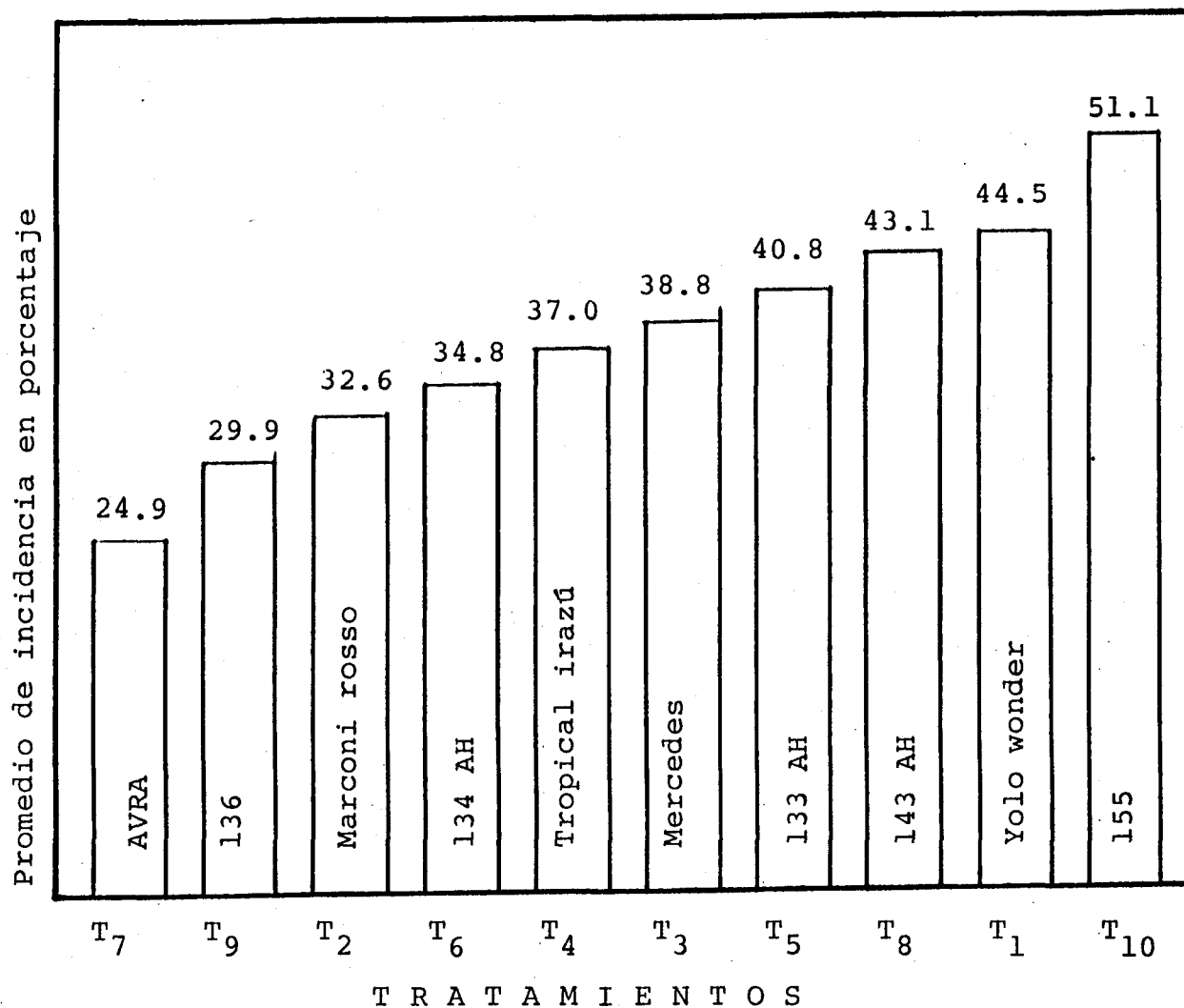


Figura 2. Análisis comparativo de las respuestas de diez genotipos de chile dulce ante la incidencia de marchitez vascular causada por Fusarium sp.

bargo mediante la prueba de Duncan y observaciones visuales al cultivo, se determinó que el AVRA es mejor que la Marconi rosso (variedad comercial en Guatemala) y 143 AH (proporcionada por el CATIE), pero igual a Yolo Wonder y demás genotipos. Esto nos demuestra que AVRA no sólo es más resistente que Yolo Wonder en cuanto a marchitez, sino también, presenta similar cantidad de fruto por planta, resistencia a plagas, forma de fruto, tamaño del fruto y días a cosecha (Cuadro A.24) por lo que podría llegar a tener gran demanda comercial.

El efecto de las condiciones ambientales en el desarrollo de la enfermedad es directamente proporcional, ya que hay un crecimiento acelerado en la curva de incidencia de marchitez de los diez genotipos a partir de la última semana de abril que coincide con la entrada de la época lluviosa, nos demuestra que las condiciones en esta época son favorables al patógeno lo que hace menos rentable el cultivo de chile dulce (Fig. 3).

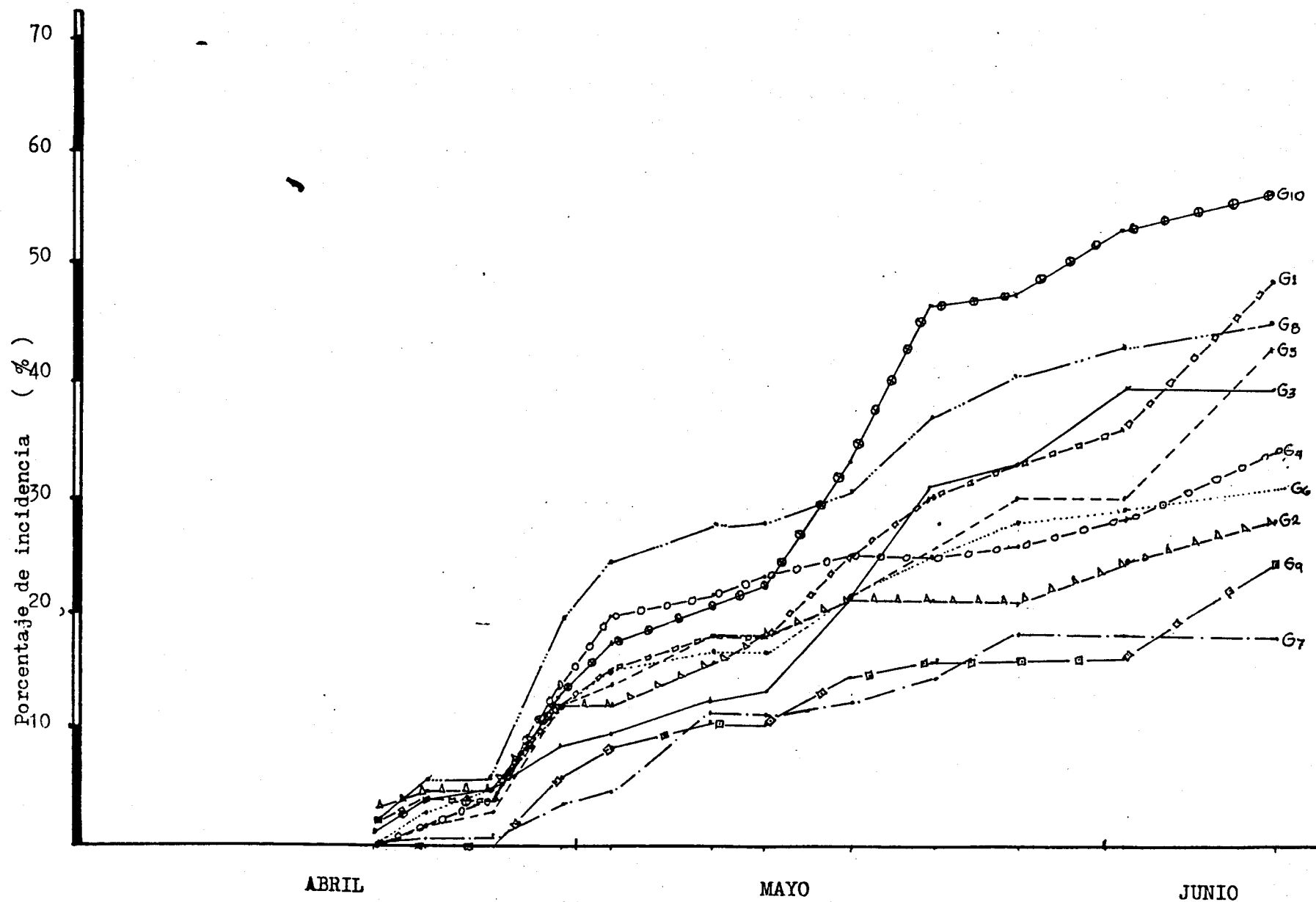


Figura 3. Comportamiento de diez genotipos de chile dulce ante la incidencia de marchitez vascular causada por Fusarium sp. y su relación con la precipitación pluvial.

6. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los aislamientos realizados, el agente causal de la marchitez vascular en las muestras de chile dulce analizadas procedentes de Ahuachapán y Olocuilta, Jurisdicción de La Paz, es Fusarium sp.
- Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el ensayo, la incidencia de la marchitez vascular del chile dulce varió de 24,9% a 51,1% que corresponde a los genotipos AVRA y 155 respectivamente.
- En la fase de floración se presentó mayor incidencia de marchitez vascular causada por Fusarium sp. en chile dulce (Capsicum annum), en relación a la fase vegetativa y de fructificación.
- De los diez genotipos evaluados, el AVRA fue el que mejor se comportó en cuanto a resistencia a marchitez vascular causada por Fusarium sp. con un 24,9% de incidencia, siendo mucho más tolerante o resistente que el genotipo Yolo Wonder con un 44,5%, el cual se tomó como patrón de comparación.
- El genotipo 136 igualó al AVRA en cuanto a resistencia a marchitez vascular, pero tiene la desventaja que es inferior en cuanto a características agronómicas, ya que fue más susceptible al ataque de plagas y se establecieron menos plantas después del trasplante.

7. RECOMENDACIONES

- La búsqueda de genotipos de chile dulce resistentes a marchitez vascular no debe cesar hasta encontrar, uno que presente baja incidencia de la enfermedad y demás buenas características agronómicas por lo que dichas evaluaciones deben de hacerse a nivel de campo para poder apreciar estos parámetros.
- Se deben hacer más evaluaciones del comportamiento de los genotipos AVRA y 136 ante la incidencia de marchitez vascular, ya sea a nivel de inoculaciones en invernadero como a nivel de campo, para poder apreciar mejor las características botánicas y agronómicas de dichos genotipos.
- Se debe hacer un estudio específico para identificar con exactitud al verdadero causante de marchitez vascular en chile dulce, ya que existe la posibilidad de que Pseudomonas solanacearum y Phytophthora capsici, estén relacionados con la enfermedad además de Fusarium sp, o que haya cierto sinergismo entre ellos.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1980. Fitopatología. Trad. del inglés por Manuel Guzmán Ortiz, 2 ed. México, Limusa. p. 373-375.
2. ALAS LOPEZ, A. 1963. Fusariosis del tomate (Lycopersicon esculentum). Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, p. 9, 14-15.
3. ALMANAQUE METEOROLOGICO DE EL SALVADOR. 1990. San Salvador, Servicios Meteorológicos. p. 39, 83, 88.
4. BONILLA DE RUIZ, P.; DEL CASTILLO, T.R. DE. 1976. Identificación de bacterias fitopatógenas en algunos cultivos en El Salvador. SIADES. (El Salv.). 5(3-4): 83-89.
5. CASSERES, E. 1980. Producción de hortalizas. 3 ed. Lima, Perú, IICA. p. 55.
6. CASTANEDA REYES, P. 1978. Diseño de experimentos agrícolas. México. Trillas. p. 299-309.
7. EL SALVADOR. DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGROPECUARIA. 1990. Anuario de Estadísticas Agropecuarias 1988-1989. San Salyador, El Salvador. MAG. p. 47, 58, 61, 62.

8. FERNANDEZ VALIELA, M. H. 1979. Introducción a la fitopatología, 3 ed. Buenos Aires, Argentina. INTA. p. 209.
9. FRENCH, E.R.; HERBERT, T.T. 1982. Métodos de investigación fitopatológica. San José, Costa Rica. IICA. p. 35-38.
10. GONZALEZ, L.C. 1981. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, IICA. p. 95, 109-114.
11. FUDIÉL, V. M. 1987. Manual Agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Superb. p. 90, 117, 215.
12. JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A.; OVALLE, W. 1987. Respuesta de cuatro variedades de chile dulce (Capsicum annum), a marchitez fungosa y bacterial en Costa Rica. In. Reunión de Fitopatología APS y I de Fijación Biológica de Nitrógeno FBN. (27., 1987. Guatemala). Resúmenes Guatemala, Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola. p.2.
13. MCCOLLOCH, L.P.; COOK, H.T.; WRIGHT, W.R. 1972. En fermedades de tomates, pimientos y berenjenas para el mercado. México, AID. Manual de Agricultura N 28. p. 38, 39.

14. MERCADO MEJIA, J. A. 1989. Evaluación de materiales criollos de chile (Capsicum annum) por resistencia a Phytophthora capsici y determinación de razas fisiológicas del hongo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 6.
15. MESSIAEN, C. M.; LAFON, R. 1968. Enfermedades de las hortalizas. Barcelona, España. OIKOS - Tau. p.48.
16. MORA BRENES, B. 1977. Evaluación de cultivares de Chile (Capsicum annum), a la pudrición basal causada por Phytophthora capsici L. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. p. 6.
17. POZO CAMPODONICO, O. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del Chile dulce (Capsicum annum). México. SARH. p. 48.
18. QUINTANILLA QUINTANILLA, J. R.; RODRIGUEZ ARIAS, M. A.; VENTURA PAREDES, E.M. 1988. Evaluación de marchitez vascular causada por Fusarium sp. en dos variedades comerciales de Chile dulce (Capsicum annum) en El Salvador. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal. p. 18, 19.

19. RENDEROS, W.E. 1988. The ability of three strains of Bacillus polymyxa and two Bacillus sp. to affect Pythium and Rhizoctonia Damping-off and to promote Growth of alfalfa (Medicago sativa L.). The Pennsylvania State University. Graduate School. Department of Plant Pathology. p. 8.
20. ROSALES ORELLANA, G.; PEREZ GUERRA, J.; CUELLAR GONZALEZ, A. 1985. Guía técnica de hortalizas. s.j. ISTA. p. 43.
21. SAN ANDRÉS, CENTRO DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 1984. Documentos técnicos sobre aspectos agropecuarios, III. Hortalizas (Manual Técnico No. 3). El Salvador, CENTA. p. 54, 55.
22. TOBAR, C.A.; GODINEZ PEREZ, R. 1978. Introducción y evaluación de cultivares de chile dulce (Capsicum annum) durante la época lluviosa y seca en El Salvador. In. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centro Americano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (24., 1978, San Salvador, El Salvador). (Memoria). ed., CENTA. v. 3.
23. WALKER, J. CH. 1959. Enfermedades de las plantas. Trad. por Antonio Arnal Verderol. Barcelona, España, Salvat. p. 364.

9. A N E X O S

Cuadro A.1. Importación de chile dulce, desde Guatemala durante 1988 (en kilogramos), y su respectivo valor (en Colones).

MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Kg de chile dulce	5428	12850	7950	4830	10574	33941	2392	-	2860	2300	3682	17888	102685
Valor de la importación (Colones)	5225	15100	8875	6525	8525	18625	2175	-	1955	800	1200	7700	77055

Fuente : Aduanas del país, DGEA-MAG.

Cuadro A.2. Precios promedios mensuales de chile dulce al consumidor durante los meses de 1988. (En Colones/libra).

MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precio/lb, ¢	1.49	1.25	1.4	1.54	1.58	2.10	1.20	1.06	2.17	2.08	2.17	1.53

Fuente : Aduanas del país, DGEA - MAG.

CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA
DIVISION DE INVESTIGACION AGRICOLA
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL INTEGRADA
LABORATORIO DE FITOPATOLOGIA VEGETAL

CUADRO A: 4

REPORTE DE SERVICIO DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TECNICA

IDENTIFICACION:

Nombre de la Propiedad finca San José Cantón El Roble
Municipio _____ Depto. Ahuachapán
Cultivo Chile Area _____
Propietario _____
Solicitante Rolando Antonio Coreas Fac. Cc. AA. UES.
Fecha de Consulta 21 de mayo/90 Fecha de visita _____
Fecha de envío de recomendación: 28 de mayo/90

TIPO DE ANALISIS: ENTOMOLOGICO FITOPATOLOGICO NEMATOLOGICO

DIAGNOSTICO:

En su muestra de suelo de chile se encontraron los siguientes genero y población de nematodos en 100 gr. de suelo:

<u>Rotylenchus</u> sp	232
<u>Pratylenchus</u> sp	88
<u>Tylenchus</u> sp	32
<u>Helicotylenchus</u> sp	24
<u>Aphelenchoides</u> sp	24

No dañinos al cultivo

<u>Aphelenchus</u>	72
Vida Libre	160

Cuadro A.5. Porcentajes de plantas enfermas en diez genotipos de chile dulce ante la marchitez vascular causado por Fusarium sp.

GENOTIPOS	REPETICIONES				TOTAL	\bar{x}
	I	II	III	IV		
E T ₁	40.7	38.5	62.5	54.5	196.2	49.05
E T ₂	46.6	20.0	17.4	34.8	118.8	29.7
E T ₃	42.3	56.5	20.8	38.9	158.5	39.6
E T ₄	29.2	24.8	28.6	52.9	145.5	36.4
E T ₅	48.0	42.9	36.4	43.5	170.8	42.7
E T ₆	25.0	26.1	34.8	40.7	126.6	31.7
E T ₇	13.8	18.2	17.2	21.4	70.6	17.7
E T ₈	45.4	60.0	50.0	31.8	187.2	46.8
E T ₉	16.0	28.6	29.2	26.3	100.1	25.0
E T ₁₀	80.8	42.9	61.1	58.3	143.1	35.8

1517.4

Cuadro A.6. Valores originales del porcentaje de plantas enfermas en diez genotipos de chile dulce transformados a arco seno $\sqrt{\text{porcentaje}}$ del Cuadro 3, ante la marchitez vascular causado por Fusarium sp.

GENOTIPOS	REPETICIONES				TOTAL	\bar{X}
	I	II	III	IV		
E T ₁	39.64	38.36	52.24	47.58	177.82	44.46
E T ₂	43.0	26.56	24.66	36.16	130.38	32.60
E T ₃	40.57	48.73	27.13	38.59	155.02	38.72
E T ₄	32.71	36.16	32.33	46.66	147.86	36.97
E T ₅	43.90	40.92	37.11	41.27	163.20	40.80
E T ₆	30.0	30.72	36.16	29.64	132.32	34.15
E T ₇	21.81	25.26	24.5	27.56	99.13	24.78
E T ₈	42.42	50.77	45.00	34.33	172.52	43.13
E T ₉	23.58	32.33	32.71	30.86	119.48	29.87
E T ₁₀	63.94	40.92	51.41	49.78	206.05	51.51

1507.98

Cuadro A.7. Reacciones de la bacteria analizada y Pseudomonas solanacearum, a las diferentes pruebas bioquímicas.

Pruebas bioquímicas	Bacteria Analizada	<u>Pseudomonas solanacearum</u> (4)
Glucosa	+ más gas	a
Lactosa	+ sin gas	-
Maltosa	+ más gas	-
Manitol	+ más gas	-
Sucrosa	+ más gas	-
Movilidad	-	+
Producción de Indol	-	-
Rojo de Metilo	-	-
Voges Proskauer	-	+
Utilización de citrato	+	+
Hidrólisis de gelatina	-	-
Hidrólisis de almidón	+	+
Reducción de nitratos	-	+
T S I	n/a	n/n

DESCRIPCION

- = Negativo
- + = Positivo
- n = Normal
- a = Acido

Cuadro A-8

CENTRO DE TECNOLOGIA AGRICOLA
DIVISION DE INVESTIGACION AGRICOLA
DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL INTEGRADA
LABORATORIO DE FITOPATOLOGIA VEGETAL

REPORTE DE SERVICIO DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TECNICA

IDENTIFICACION:	
Nombre de la Propiedad <u>Finca San José</u>	Cantón <u>El roble</u>
Municipio _____	Depto <u>ahuachapán</u>
Cultivo <u>Chile Dulce</u>	Area <u>570 m2</u>
Propietario _____	
Solicitante <u>Rolando Antonio Coreas</u>	
Fecha de Consulta <u>5/VI/90</u>	Fecha de visita _____
Fecha de envío de recomendación: <u>16/VI/90</u>	

TIPO DE ANALISIS: ENTOMOLOGICO FITOPATOLOGICO NEMATOLOGICO

DIAGNOSTICO:

En las muestras de chile dulce enviadas por usted para su analisis en este laborarorio se le determino lo siguiente:

<u>Muestras</u>	<u>Patogenos</u>
2	<u>Fusarium</u> sp, <u>Alternaria</u> sp Bacterias
4	<u>Fusarium</u> sp, <u>Rhizoctonia</u> sp Bacterias
8	<u>Fusarium</u> sp
10	<u>Fusarium</u> sp, <u>Rhizoctonia</u> sp Bacterias

Cuadro A.9. Número de plantas enfermas por fase de cultivo ante la marchitez vascular causada por Fusarium sp.

GENOTIPOS	Fases de cultivo/plantas muertas/marchitez			Total de plantas enfermas	Total de plantas evaluadas	% de plantas enfermas
	Fase vegetativa	Fase Floración	Fase de Fructificación			
Yolo Wonder	4	26	18	48	99	48.98
Marconi rosso	4	13	5	22	76	28.95
Mercedes	5	23	8	36	91	39.56
Tropical Irazú	4	17	9	30	85	35.29
133 AH	3	26	13	42	98	42.86
134 AH	5	19	7	31	97	31.96
AURA	1	15	5	21	108	19.44
143 AH	5	26	6	37	81	45.68
136	1	14	7	22	89	24.72
155	4	38	13	55	89	61.80
T O T A L	36	217	91	330	913	

Cuadro A.10. Análisis de varianza para el porcentaje de plantas enfermas por geno tipo ante la marchitez vascular causada por Fusarium sp.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. de T.	
					5%	1%
Bloque	3	48.73	16.24	0.12 ^{ns}	2.96	4.60
Tratamientos	9	2176.56	261.84	1.80 ^{ns}	2.25	3.14
Error Experimental	27	3616.75	133.95			
T O T A L	39					

ns = No significativo.

Cuadro A.11. Prueba de Duncan para el porcentaje de plantas enfermas por genotipo ante la marchitez vascular causada por Fusarium sp.

Promedio de tratamientos	T ₁₀	T ₁	T ₈	T ₅	T ₃	T ₄	T ₆	T ₂	T ₉	T ₇
	51.51	44.46	43.13	40.80	38.76	36.97	34.78	32.6	29.86	24.78
T ₇ = 24.78	26.73*	19.68*	18.35 ^{ns}	16.02 ^{ns}	13.98 ^{ns}	12.19 ^{ns}	10.0 ^{ns}	7.82 ^{ns}	5.09 ^{ns}	-
T ₉ = 29.87	21.64*	14.59 ^{ns}	13.26 ^{ns}	10.93 ^{ns}	8.89 ^{ns}	7.10 ^{ns}	4.91 ^{ns}	2.73 ^{ns}	-	-
T ₂ = 32.6	18.91 ^{ns}	11.86 ^{ns}	10.53 ^{ns}	8.35 ^{ns}	6.16 ^{ns}	4.37 ^{ns}	2.18 ^{ns}	-	-	-
T ₆ = 34.78	16.76 ^{ns}	9.68 ^{ns}	8.35 ^{ns}	6.16 ^{ns}	3.98 ^{ns}	2.19 ^{ns}	-	-	-	-
T ₄ = 36.97	14.54 ^{ns}	7.49 ^{ns}	6.16 ^{ns}	4.37 ^{ns}	1.79 ^{ns}	-	-	-	-	-
T ₃ = 38.36	12.75 ^{ns}	5.7 ^{ns}	4.37 ^{ns}	2.33 ^{ns}	-	-	-	-	-	-
T ₅ = 40.80	10.71 ^{ns}	3.66 ^{ns}	2.33 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-
T ₈ = 43.13	8.28 ^{ns}	1.33 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁ = 44.46*	7.05 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁₀ = 51.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Límites de significación de Duncan.

N. de Promedios	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L.S Tablas	2.9	3.04	3.13	3.2	2.26	3.3.	3.33	3.35	3.37
L.S Duncan	16.78	17.59	18.11	18.5	18.7	19.0	19.3	19.4	19.5

ns = No significativo

* = Significativo

Cuadro A-12. Análisis de varianza para el número de plantas establecidas después del trasplante por genotipo ante la marchitez vascular causada por Fusarium sp.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	F. de Tablas	
					5%	1%
Bloques	3	526.98	175.66	12.4**	2.96	4.6
Tratamientos	9	201.53	22.39	1.58 ^{ns}	2.25	3.14
Error Experimental	27	382.27	14.16			
T O T A L	39					

ns = No significativo

** = Altamente significativo.

Cuadro A.13. Prueba de Duncan para el número de plantas establecidas después del trasplante por genotipo ante la marchitez vascular causada por Fusarium sp.

Promedio de Tratamientos	T ₇	T ₁	T ₅	T ₆	T ₃	T ₉	T ₁₀	T ₄	T ₈	T ₃
	27.0	24.75	24.5	24.25	22.75	22.25	22.25	21.25	20.25	19.0
T ₂ = 19.00	8.0*	5.75 ^{ns}	5.5 ^{ns}	5.25 ^{ns}	3.75 ^{ns}	3.25 ^{ns}	3.25 ^{ns}	2.25 ^{ns}	1.25 ^{ns}	-
T ₈ = 20.25	6.75*	4.5 ^{ns}	4.25 ^{ns}	4.0 ^{ns}	2.5 ^{ns}	2.0 ^{ns}	2.0 ^{ns}	1.25 ^{ns}	-	-
T ₄ = 21.25	5.75 ^{ns}	3.5 ^{ns}	3.25 ^{ns}	3.0 ^{ns}	1.5 ^{ns}	1.0 ^{ns}	-	-	-	-
T ₁₀ = 22.25	4.75 ^{ns}	2.5 ^{ns}	2.25 ^{ns}	2.0 ^{ns}	0.5 ^{ns}	-	-	-	-	-
T ₉ = 22.25	4.75 ^{ns}	2.5 ^{ns}	2.25 ^{ns}	2.0 ^{ns}	0.5 ^{ns}	-	-	-	-	-
T ₃ = 22.75	4.25 ^{ns}	2.0 ^{ns}	1.75 ^{ns}	1.5 ^{ns}	-	-	-	-	-	-
T ₆ = 24.25	2.75 ^{ns}	0.5 ^{ns}	0.25 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-
T ₅ = 24.5	2.5 ^{ns}	0.25 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₁ = 24.75	2.25 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T ₇ = 27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Límites de significancia de Duncan

No. Promedios	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L.S Tablas	2.9	3.04	3.13	3.2	3.26	3.30	3.33	3.25	3.32
L.S Duncan	5.46	5.72	5.89	6.0	6.13	6.21	6.26	6.30	6.34

ns = No significativo

* = Significativo

Cuadro A.14. Características morfológicas y fenológicas de la variedad Yolo Wonder.

# de introducción	Yolo Wonder	Persistencia del fruto	Persistente
Habito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Diása floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja			
# de pedicelos/axila	Uno	Mancha en la corola	Ausente
Posición de pedicelo en la antesis	Pendulo	Días de fructificación	58 días
Color de la corola	Blanco	# de frutos/planta	5 frutos
Forma del margen del caliz	Dentado	# de frutos/introduc.	
Constricción anular en la unión del caliz con el pedúnculo	Presente	# de plantas/introduc.	120
Posición del fruto	Péndulo	# de semillas/fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	
Color del fruto inmaduro	Verde	Color de la semilla	Blanca
Color del fruto maduro	Rojo	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Longitud de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	7 Cm	Color de la antera	Azul claro
Diámetro de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	5 Cm	Color del filamento	Blanco
Forma del fruto	Oblongo	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	Mas bajo
Forma del fruto en la Unión con el pedúnculo	Lobado	Grosor de la pulpa (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	2 1/2 mm
Cuello en la base del Fruto	Presente	Plagas (identificar) Gallina ciega Tortuguillas Picudo del chile Acaro blanco	
Forma del fruto en el extremo inferior	Hundido	Enfermedades Marchitez vascular Tizón temprano	

Cuadro A.15. Características morfológicas y fenológicas de la variedad Marconi Rosso.

# de introducción	Marconi Rosso	Persistencia del fruto	persistente
Habito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Días floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja	Glabro		
# de pedicelos/axila	Uno	Mancha en la corola	Ausente
Posición de pedicelo en la antesis	Pendulo	Días a fructificación	58 días
Color de la corola	Blanco	# de frutos/planta	6 frutos
Forma del margen del caliz	Dentado	# de frutos/introduc.	
Constricción anular en la unión del caliz con el pedúnculo	Presente	# de plantas/introduc.	120
		# de semillas/fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	
Posición del fruto	Péndulo	Color de la semilla	Blanca
Color del fruto inmaduro	Verde	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Color del fruto maduro	Rojo	Color de la antera	Azul pálido
Longitud de fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	9 Cm	Color del filamento	Blanco
Diámetro de fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	4 Cm	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	Mas bajo
Forma del fruto	Elongado	Grosor de la pulpa (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	2 1/2 mm
Forma del fruto en la Unión con el pedúnculo	Lobado	Plagas (identificar)	
Cuello en la base del fruto	Presente	Gallina ciega Tortuguillas Picudo del chile Acaro blanco	
Forma del fruto en el extremo inferior	Obtuso	Enfermedades Marchitez vascular Tizón temprano	

Cuadro A.16. Características morfológicas y fenológicas de la variedad Mercedes.

# de Introducción	Mercedes	Persistencia del fruto	Persistente
Habito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Diása floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja	Glabro		
# de pedicelos/axila	Uno	Mancha en la corola	Ausente
Posición de pedicelo en la antesis.	Intermedio	Días a fructificación	58 días
Color de la corola	Blanco	# de frutos/planta	7 frutos
Forma del margen del Caliz	Dentado	# de frutos/introduc.	
Constricción anular en la unión del caliz con el pedúnculo	Presente	# de plantas/introduc.	120
Posición del fruto	Intermedio	# de semillas/fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	
Color del fruto inmaduro	Verde	Color de la semilla	Blanca
Color del fruto maduro	Rojo	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Longitud de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	6 Cm	Color de la antera	Azul pálido
Diámetro de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	5 Cm	Color del filamento	Blanco
Forma del fruto	Redondeado	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	Al mismo nivel
Forma del fruto en la unión con el pedúnculo	Lobado	Grosor de la pulpa (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	2 1/2 mm
Cuello en la base del fruto	Presente	Plagas (identificar)	
Forma del fruto en el extremo inferior	Hundido	Gallina ciega Tortuguillas Picudo del chile Acaro blanco	
		Enfermedades Marchitez vascular	
		Tizón temprano	

Cuadro-A.17. Características morfológicas y fenológicas de la variedad Tropical Irazú.

# de introducción	Tropical Irazú	Persistencia del fruto	Persistente
Habito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Días floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja	Glabro		
# de pedicelos/axila	Uno	Mancha en la corola	Ausentes
Posición de pedicelo en la antesis	Erecto	Días a fructificación	58 días
Color de la corola	Blanco	# de frutos/planta	6 frutos
		# de frutos/introduc.	
Forma del margen del caliz	Dentado	# de plantas/introduc.	120
Constricción anular en la unión del caliz con el pedúnculo	Presente	# de semillas/fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	
		Color de la semilla	Blanca
Posición del fruto	Péndulo	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Color del fruto inmaduro	Verde	Color de la antera	Azul pálido
Color del fruto maduro	Rojo	Color del filamento	Blanco
Longitud de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	7 Cm	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	Mas alto
Diámetro de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	6 Cm	Grosor de la pulpa (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	2 mm
Forma del fruto	Redondeado	Plagas (identificar) Gallina ciega Portuguillas Picudo del chile Acaro blanco	
Forma del fruto en la unión con el pedúnculo	Obtuso		
Cuello en la base del fruto	Presente	Enfermedades Marchitez vascular	
Forma del fruto en el extremo inferior	Obtuso	Tizón temprano	

Cuadro A.18. Características morfológicas y fenológicas de la variedad 133 AH.

# de Introducción	133 AH	Persistencia del fruto	Persistente
Habito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Diása floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja	Glabro		
# de pedicelos/axila	Uno	Mancha en la corola	Ausente
Posición de pedicelo en la antesis	Péndulo	Días a fructificación	58 días
Color de la corola	Blanco	# de frutos/planta	9
Forma del margen del caliz	Dentado	# de frutos/introduc.	
Constricción anular en la unión del caliz con el pedúnculo	Presente	# de plantas/introduc.	120
Posición del fruto	Péndulo	# de semillas/fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	
Color del fruto inmaduro	Verde	Color de la semilla	Blanca
Color del fruto maduro	Rojo	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Longitud de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	12 Cm	Color de la antera	Azul palido
Diámetro de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	5 Cm	Color del filamento	Verde pálido
Forma del fruto	Elongado	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	Mas bajo
Forma del fruto en la Unión con el pedúnculo	Cordado	Grosor de la pulpa (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	2 mm
Cuello en la base del fruto	Presente	Plagas (identificar)	
Forma del fruto en el extremo inferior	Punteado	Gallina ciega Tortuguillas Picudo del chile Acaro blanco	
		Enfermedades Marchitez vascular	
		Tizón temprano	

Cuadro A.19. Características morfológicas y fenológicas de la variedad 134 AH.

# de Introducción	134 AH	Persistencia del fruto	Persistente
Habito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Días floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja	Glabro		
# de pedicelos/axila	Uno	Mancha en la corola	Ausente
Posición de pedicelo en la antesis	Péndulo	Días a fructificación	58 días
Color de la corola	Blanco	# de frutos/planta	8 frutos
Forma del margen del caliz	Dentado	# de frutos/introduc.	
Constricción anular en la unión de caliz con el pedúnculo	Presente	# de plantas/introduc.	120
Posición del fruto	Péndulo	# de semillas/fruto (X de 10 frutos tomados al azar)	
Color del fruto inmaduro	Verde	Color de la semilla	Blanca
Color del fruto maduro	Rojo	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Longitud de fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	7 Cm	Color de la antera	Azul palido
Diametro de fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	4 Cm	Color del filamento	Blanco
Forma del fruto	Elongado	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	Mas bajo
Forma del fruto en la unión con el pedúnculo	Cordado	Grosor de la pulpa (X de 10 frutos tomados al azar)	2 mm
Cuello en la base del fruto	Presente	Plagas (identificar)	
Forma del fruto en el extremo inferior	Punteado	Gallina ciega Tortuguillas Picudo del chile Acaro blanco	
		Enfermedades Marchitez vascular	
		Tizón temprano	

Cuadro A.20. Características morfológicas y fenológicas de la variedad AVRA.

# de introducción	AVRA	Persistencia del fruto	Persistente
Habito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Diása floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja	Glabro		
# de pedicelos/axila	Dos	Manchas en la corola	Ausente
Posición de pedicelo en la antesis	Erecto	Días a fructificación	58 días
Color de la corola	Blanca	# de frutos/planta	66 frutos
Forma del margen del caliz	Dentado	# de frutos/introduc.	
		# de plantas/introduc.	120
Constricción anular en la unión del caliz con el pedúnculo	Presente	# de semillas/fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	
Posición del fruto	Erecto	Color de la semilla	Blanca
Color del fruto inmaduro	verde	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Color del fruto maduro	Rojo	Color de la antera	Azul palido
Longitud de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	7 Cm	Color del filamento	Blanco
Diametro de fruto (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	6 Cm	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	Mas bajo
Forma del fruto	Redondeado	Grosor de la pulpa (X̄ de 10 frutos tomados al azar)	4 mm
Forma del fruto en la unión con el pedúnculo	Lobado	Plagas (identificar)	
Cuello en la base del fruto	Presente	Gallina ciega Tortuguillas Picudo del chile Acaro blanco	
Forma del fruto en el extremo inferior	Hundido	Enfermedades	
		Marchitez vascular Tizón temprano	

Cuadro A.21. Características morfológicas y fenológicas de la variedad 143 AH.

3 de introducción	143 AH	Persistencia del fruto	Persistente
Habito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Días floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja	Glabro	Mancha en la corola	Ausente
# de pedicelos/axila	Uno	Días a fructificación	58 días
Posición de pedicelo en la antesis	Péndulo	# de frutos/planta	10 frutos
Color de la corola	Blanco	# de frutos/introduc.	
Forma del margen del caliz	Dentado	# de plantas/introduc.	120
Constricción anular en la unión del caliz con el pedúnculo	Presente	# de semillas/fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	
Posición del fruto	Péndulo	Color de la semilla	Blanca
Color del fruto inmaduro	verde con manchas moradas	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Color del fruto maduro	Rojo	Color de la antera	Azul pálido
Longitud de fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	5 Cm	Color del filamento	Blanco
Diámetro de fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	4 Cm	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	Mas alto
Forma del fruto	Redondeado	Grosor de la pulpa (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	2 mm
Forma del fruto en la Unión con el pedúnculo	Lobado	Plagas (identificar)	
Cuello en la base del fruto	Presente	Gallina ciega Tortuguillas Picudo del chile Acaro blanco	
Forma del fruto en el extremo inferior	Punteado	Enfermedades	
		Marchitez vascular	
		Tizón temprano	

Cuadro A.22. Características morfológicas y fenológicas de la variedad 136.

# de introducción	136	Persistencia del fruto	Persistente
Hábito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Días floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja	Glabro		
# de pedicelos/axila	uno	Mancha de la corola	Ausente
Posición de pedicelo en la antesis	péndulo	Días a fructificación	58 días
		# de frutos/planta	7 frutos
Color de la corola	Blanco	# de frutos/introducción	
Forma del margen del caliz	Dentado	# de plantas/introduc.	120
		# de semillas/fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar.)	
Constricción anular en la unión del caliz con el péndulo	Presente	Color de la semilla	Blanca
Posición del fruto	Péndulo	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Color del fruto inmaduro	Verde	Color de la antera	Azul pálido
Color del fruto maduro	Rojo	Color del filamento	Blanco
Longitud del fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	8 cm	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	Más alto
Diámetro de fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	4 cm	Grosor de la pulpa (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	2 mm
Forma del fruto	Elongado	Plagas (identificar)	
Forma del fruto en la unión con el péndulo	Truncado	Gallina ciega Tortuguillas Picudo del chile Acaro Blanco	
Cuello en la base del fruto	Presente	Enfermedades	
Forma del fruto en el extremo inferior	Punteado	Marchitez vascular Tizón trempano	

Cuadro A.23. Características morfológicas y fenológicas de la variedad 155.

# de introducción	155	Persistencia del fruto	Persistente
Hábito de crecimiento	Erecto	Pungencia del fruto	Dulce
Pubescencia del tallo	Glabro	Días a floración (hasta que el 50% de plantas tengan flores)	42 días
Pubescencia de hoja	Glabro		
# de pedicelos/axila	uno	Mancha en la corola	Ausente
Posición de pedicelo en la antesis	Péndulo	Días a fructificación	58 días
Color de la corola	Blanco	# de frutos/planta	11 frutos
Forma del margen del caliz	Dentado	# de frutos/introduc.	
		# de plantas/introduc.	120
Constricción anular en la unión del cáliz con el péndulo	Ausente	# de semillas/fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	
		Color de la semilla	Blanca
Posición del fruto	Péndulo	Peso seco (gr) de 100 semillas	
Color del fruto inmaduro	Verde	Color de la antera	azul pálido
Color del fruto maduro	Rojo	Color del filamento	Blanco
Longitud de fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar).	7 cm	Posición del estigma en relación con las anteras en la antesis	
Diámetro de fruto (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar).	5 cm	Grosor de la pulpa (\bar{X} de 10 frutos tomados al azar)	más alto
Forma del fruto	Elongado	Plagas (identificar) Gallina ciega Tortuguillas Picado del chile Acaro blanco	
Forma del fruto en la unión con el pedúnculo	cordado		
Cuello en la base del fruto	Presente	Enfermedades Marchitez vascular Tizón temprano	
Forma del fruto en el extremo inferior	Punteado		

Cuadro A. 24. Características morfológicas de importancia comercial de los genotipos ante marchitez vascular causada por Fusarium sp.

Genotipos	Tamaño promedio de 10 frutos tomados al azar		Forma del fruto	No. promedio de frutos en 10 plantas	Días a cosecha después del Trasp.
	Largo (cm)	Ancho (cm)			
Yolo Wonder	7	5	Acampanado	5 frutos	58 días
Marconi rosso	9	4	Elongado	6 "	58 "
Mercedes	6	5	Redondeado	7 "	58 "
Tropical Irazú	7	6	Redondeado	6 "	58 "
133 AH	12	5	Elongado	9 "	58 "
134 AH	7	4	Elongado	8 "	58 "
AVRA	7	6	Acampanado	6 "	58 "
143 AH	5	4	Redondeado	10 "	58 "
136	8	5	Elongado	7 "	58 "
155	7	5	Oblongo	11 "	58 "

Cuadro A.25. Número total de plantas por parcela para cada uno de los diez genotipos evaluados ante marchitez vascular causada por Fusarium sp.

GENOTIPOS	Repeticiones				T O T A L
	I	II	III	IV	
T ₁	27	26	24	22	99
T ₂	15	15	23	23	76
T ₃	26	23	24	18	91
T ₄	24	23	21	17	85
T ₅	25	28	22	23	98
T ₆	24	23	23	27	97
T ₇	29	33	29	28	108
T ₈	22	15	22	22	81
T ₉	25	21	24	19	89
T ₁₀	26	21	18	24	89
T O T A L	243	228	230	223	913

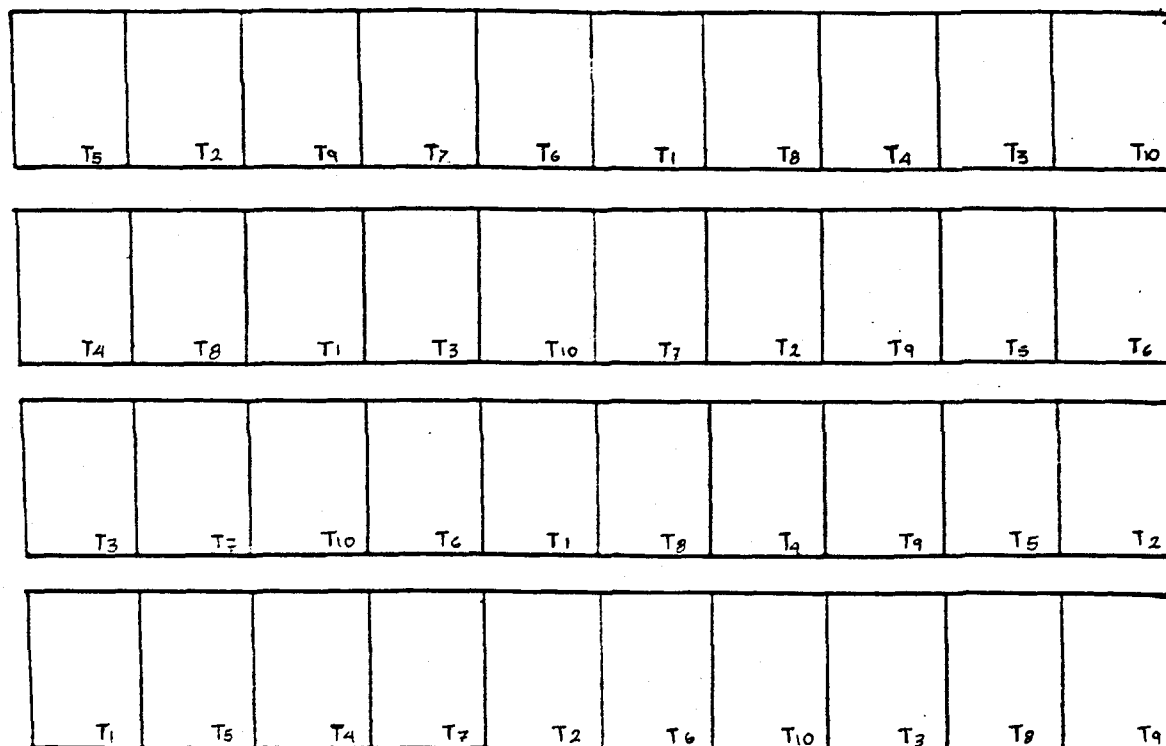
Cuadro A.26. Número de plantas enfermas por parcela para cada uno de los diez genotipos evaluados ante la marchitez vascular causada por Fusarium sp.

GENOTIPOS	Repeticiones				T O T A L
	I	II	III	IV	
T ₁	11	10	15	12	48
T ₂	7	3	4	8	22
T ₃	11	13	5	7	36
T ₄	7	8	6	9	30
T ₅	12	12	8	10	42
T ₆	6	6	8	11	31
T ₇	4	6	5	6	21
T ₈	10	9	11	7	37
T ₉	4	6	7	5	22
T ₁₀	21	9	11	14	55
T O T A L	93	82	80	89	330

Cuadro A.27. Cantidades normales de precipitación (mm), en el Llano El Espino, Departamento de Ahuachapán.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Cantidad de llu- via.	2	0	10	30	117	284	274	317	326	149	26	3	1538

Fuente : Almanaque Salvadoreño, 1990. (13).



TRATAMIENTOS	DESCRIPCION
T1	Yolo wonder
T2	Marconi Rosso
T3	Mercedes
T4	Tropical Irazú
T5	133 AH
T6	134 AH
T7	ABRA
T8	143 AH
T9	136
T10	155
Escala	1:200

Figura A.5. Plano de distribución de tratamientos.

