

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**



TRABAJO DE TESIS

EVALUACIÓN DE CINCO FUNGICIDAS PARA EL MANEJO DE ENFERMEDADES FOLIARES Y SU RENTABILIDAD EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL.) C.V. BUTTE. SÈBACO, MATAGALPA, NICARAGUA.

AUTORES:

Br: Fernando David Mendoza González

Br: Ana Patricia Tórrrez González

ASESORES:

Ing. M.Sc.: Yanet Gutiérrez Gaitán. UNA

Ing. M.Sc.: Marvin Sarria Fletes. INTA

**MANAGUA, NICARAGUA
SEPTIEMBRE 2005**

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
INDICE DE FIGURAS	i
INDICE DE CUADROS	ii
INDICE DE ANEXOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADACIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1 -Ubicación del experimento	10
4.2 -Descripción del diseño experimental	11
4.3 -Descripción de los tratamientos	12
4.4 -Variables evaluadas	13
4.4.1- Variables Fitosanitarias	13
4.4.1.1- Severidad de tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) en follaje	13
4.4.1.2- Severidad de mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>) follaje	13
4.4.1.3- Severidad de Virosis	13
4.4.2- Variables Agronómicas	14
4.4.2.1.-Peso en kg/ha de frutos buenos	14
4.4.2.2- Peso en kg/ha de frutos afectados por tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	14
4.4.2.3- Peso en kg/ha de frutos afectados por mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>)	14
4.4.2.4- Rendimiento real en kg/ha	14
4.4.2.5- Número de Mosca blanca por planta	14

CONTENIDO	PAGINA
4.5- Análisis estadístico	14
4.5.1- Valoración y análisis económico	15
4.5.1.1- Presupuesto Parcial	16
4.5.1.2- Análisis de Dominancia	16
4.5.1.3- Análisis de Retorno Marginal	16
4.5.1.4- Análisis de Retorno Marginal Mínimo	17
4.5.1.5- Análisis de Sensibilidad	17
4.6- Manejo del experimento	17
V- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1- Variables Fitosanitarias	19
5.1.1- Severidad de tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) en follaje	19
5.1.2- Severidad de mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>) en follaje	22
5.1.3- Severidad de Virosis en follaje	23
5.2- Variables agronómicas	25
5.2.1- Número de mosca blanca por planta	25
5.2.2- Peso de frutos buenos en kg/ha	26
5.2.3- Peso de frutos afectados con Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) en kg/ha	27
5.2.4- Peso de frutos afectados por Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>) en kg/ha	28
5.2.5- Rendimiento Real en kg/ha	29
5.3- Análisis Económico	30
5.3.1- Presupuesto Parcial	30
5.3.2- Análisis de dominancia	32
5.3.3- Análisis de Retorno Marginal	33
5.3.4- Análisis de Retorno mínimo	33
5.3.5- Análisis de sensibilidad	36
VI- CONCLUSIONES	38
VII- RECOMENDACIONES	39
VIII- BIBLIOGRAFIA	40
IX- ANEXO	43

INDICE DE FIGURAS

No.		PAG.
1-	Condiciones climatológicas de la zona. (Estación Meteorológica San Isidro 2004)	11
2-	Efecto de siete tratamientos sobre el desarrollo de tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) en follaje	21
3-	Efecto de siete tratamientos sobre el desarrollo de mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>) en el follaje	23
4-	Comportamiento de severidad de virosis en el cultivo por tratamiento en el tiempo	24
5-	Fluctuación poblacional de mosca blanca por tratamiento en el tiempo	26
6-	Comparación entre grupos de fungicidas y su efecto sobre el rendimiento de frutos buenos en kg/ha	27
7-	Comparación entre grupos de fungicidas y su efecto sobre el rendimiento de frutos afectados por tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) en kg/ha	28
8-	Comparación entre grupos de fungicidas y su efecto sobre el rendimiento de frutos afectados por mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>) en kg/ha	29
9-	Comparación entre grupos de fungicidas y su efecto sobre el rendimiento real en kg/ha	30

INDICE DE CUADROS

No.		PAG.
1-	Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo del tomate (Época lluviosa 2004)	12
2-	Precio, dosis y números de aplicaciones de los productos evaluados en el cultivo del tomate	15
3-	Presupuesto parcial de los beneficios netos y costos variables, en dólares cada según tratamiento, estimados en base a una hectárea	31
4-	Análisis de dominancia para los tratamientos en estudios estimados en U\$	32
5-	Análisis de retorno marginal de los beneficios netos y costos variables, para los tratamientos no dominados en el estudio	33
6-	Presupuesto parcial (de rendimientos mínimos) de los beneficios netos y costos variables en dólares según cada tratamiento estimado en base a una hectárea	34
7-	Análisis de dominancia del retorno mínimo para los tratamientos en estudios estimados en U\$.	35
8-	Análisis de retorno marginal mínimo de los beneficios netos y costos variable para los tratamientos no dominados en el estudio	37
9-	Variación de los precios del tomate y del fungicida en un rango de aumento y disminución con referencia a la recomendación original	36

INDICE DE ANEXOS

No.		PAG.
1-	Comparación de valores medios en (%) para la variable severidad de tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>) en follaje por tratamiento evaluado	44
2-	Comparación de valores medios (%) para la variable severidad de mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>) por tratamiento evaluado	45
3-	Comparación de valores medios (%) para la variable severidad de Virosis	46
4-	Significancia estadística en los contrastes ortogonales de los grupos conformados y variables evaluadas	46
5-	Comparación de medias de los grupos evaluados mediante contrastes Ortogonales	47
6-	Diagnóstico patológico de mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Vesicatoria</i>)	48
7-	Diagnóstico patológico de tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	49
8-	Método de evaluación para manchas foliares basada en British Mycological Society	50
9-	Escala visual para medir severidad de Virosis en tomate (Ioannou).	50
10-	Diseño estadístico del experimento en el campo	51

DEDICATORIA

En primera instancia, le dedico este trabajo al autor de la vida *DIOS*, fuente de toda sabiduría, ya que él me ha dotado de fuerzas, inteligencia, paciencia para saber sobrellevarlo todo en esta vida. El ha sido mi refugio en momentos de tristeza y también mi mejor amigo, ese amigo que nunca se arrepiente de todas las cosas que ha hecho por cada uno de nosotros.

A la persona que sirvió de instrumento para que el plan de *DIOS* se llevara a cabo, mi querida madre *Salvadora González*, que sin condiciones me ha entregado los mejores años de su vida, pues ella ha sido la fuente de mi inspiración y de lucha para culminar mi tercera etapa de graduación.

A mi hermano *Santiago Lenín* y toda mi familia, por brindarme su afecto y cariño, ya que de una u otra manera han sido partícipe de mis esfuerzos para salir adelante y poder culminar mi carrera universitaria.

Br. Fernando David Mendoza González

DEDICATORIA

En primer lugar dedico este trabajo a *Dios*, fuente de mi vida mi mejor amigo en quien siempre encuentro refugio y fuerzas para enfrentar mi diario andar.

A mis padres *Rosa González y Cecilio Tórrez* quienes han sabido orientarme hacia el camino correcto, los que con su apoyo pude cumplir una de mis metas más anheladas.

A mis hermanos (as) *Rosa Maria, Martha, Xiomara, Guadalupe, Aracelly y Dennis* quienes me han llenado de orgullo y me han brindado otra mano amiga en quien confiar.

A mi tía *Francisca Tórrez* por haberme brindado apoyo sin condición alguna.

A mis esfuerzos, por todo el tiempo, paciencia y sacrificio para finalizar mis estudios y culminar mi carrera.

Br. Ana Patricia Tórrez González

AGRADECIMIENTO

A *DIOS* por regalarnos sabiduría, paciencia, comprensión y seguridad en nuestro caminar.

De manera especial a las personas que nos supieron guiar, quienes con entusiasmo nos brindaron sus valiosas sugerencias para la elaboración de este trabajo: **Ing. MSc. Janeth Gutiérrez** e **Ing MSc. Marvin Sarria Fletes**

Al señor *Juan Tórrez Orozco* por su atención, ayuda y amistad durante la recopilación de datos en campo.

Al **Ing. MSc Álvaro Benavides**, **Ing. MSc Gregorio Varela** y **Dr. Oscar Gómez** quienes contribuyeron en el análisis estadístico y análisis económico de los datos recopilados en campo.

Al personal del CENIDA, en especial a doña *Jaqueling, Gabriel y Katy* por su contribución a la revisión bibliografía.

A *Jenny* e *Iris* secretarias del Centro Experimental del Valle de Sébaco quienes también fueron participe en la elaboración de este trabajo.

A todos nuestros amigos que nos apoyaron espiritual y materialmente, en especial a *Jorge Isaac Vallejos*.

Br. Fernando David Mendoza González

Br. Ana Patricia Tórrez González

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Finca Surco Muerto, Municipio de Sébaco – Matagalpa en el período comprendido de Julio a octubre del 2004, con la finalidad de evaluar diferentes productos fungicidas sistémicos (Phyton 0.5 L. ha⁻¹, Benomil 0.5 kg ha⁻¹ y Curzate 2 kg ha⁻¹) y preventivos (Mancozeb 2 kg ha⁻¹ y Clorotalonil 2 L. ha⁻¹) en el manejo de enfermedades foliares en tomate. El diseño establecido fué el de Bloques Completos al Azar (BCA), con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados indican que el efecto de los tratamientos evaluados sobre el control de *Alternaria solani* en las primeras fechas no demuestran diferencia estadística, hasta los 62 días después del trasplante (ddt), donde Clorotalonil se comportó como el mejor tratamiento en protección al follaje. Para la variable severidad de *Xanthomonas campestris* en follaje los resultados indican, que es a partir de los 78 ddt donde los tratamientos demuestran diferencia estadística, comportándose Phyton como el mejor tratamiento para el manejo de dicha enfermedad. El cultivo también fué fuertemente afectado por Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) lo que repercutió en porcentajes de severidad de virosis muy altos (92%), enmascarando un mejor efecto que pudieron haber tenido los tratamientos evaluados. En relación a las variables de rendimiento analizadas por contrastes ortogonales, para la variable peso de frutos buenos, el análisis no encontró diferencias estadísticas entre los grupos evaluados. Para la variable peso de frutos afectados por *Alternaria* el análisis detectó diferencias estadísticas entre los grupos evaluados donde el grupo de los Preventivos (Clorotalonil y Mancozeb) ejercieron mejor control para dicho patógeno por haberse obtenido con ellos los más bajos rendimientos afectados con 40.85 kg ha⁻¹. En la variable peso de frutos afectados por *Xanthomonas Campestris* pv *vesicatoria* el análisis no encontró diferencias estadísticas entre los grupos comparados. Para el rendimiento real el análisis encontró diferencias estadísticas, donde demuestra que son los tratamientos preventivos (Mancozeb y Clorotalonil) los que ejercieron el mejor control con el más alto rendimiento 5658.56 kg ha⁻¹. Los resultados del análisis económico indican que el tratamiento rentable es Mancozeb, por obtenerse con el una tasa de retorno marginal de 960.25%. En condiciones de bajo rendimiento es Alternado (Curzate + Clorotalonil + Mancozeb) el tratamiento rentable por obtenerse con el una TRM de 246.95%. Al realizar el análisis de sensibilidad los resultados demuestran que la aplicación de Mancozeb es justificable; aun cuando el precio del tomate disminuye en un 70%, de su precio original, ya que con precios bajos se obtiene una TRM de 1.98%.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es uno de los vegetales u hortalizas más importante del mundo y su popularidad aumenta constantemente. En el ámbito mundial, se clasifica como el segundo vegetal más importante, superado únicamente por la papa (INTA, 2004).

Anualmente el área sembrada es de 2000 a 2500 ha, obteniéndose un rendimiento promedio de 12 a 18 ton ha⁻¹. La producción se destina principalmente para consumo interno y en menor proporción a la exportación de algunos países en Centroamérica principalmente a El Salvador (OPS, 2003).

Las zonas agroclimáticas del cultivo se encuentran en la época seca de riego y la producción de tomate se da en diversas regiones del país como Matagalpa y Jinotega; particularmente en los valles de Sébaco y Tomatoya y en zonas secundarias como Estelí, Malacatoya, Tisma y Nandaime (OPS, 2003).

En la mayoría de los países en desarrollo como Nicaragua, los granos básicos han recibido las prioridades más altas en investigación y producción durante la última mitad del siglo XX. Sin embargo, es necesario que en estos países y específicamente en Nicaragua el cultivo de hortalizas reciba la importancia que verdaderamente merece en particular el tomate; ya que este posee ventajas económicas y nutritivas, además, su producción se adapta bien a las condiciones agroclimáticas en diversas zonas del país (INTA, 2004).

En Centro América la explotación del cultivo del tomate es intensiva; sin embargo, los rendimientos son bajos. Entre las causas de disminución de la producción se reportan la alta incidencia de plagas y enfermedades (CATIE, 1990).

Las enfermedades han sido una limitante común en la producción agrícola, problema que ha sido objeto de atención desde hace muchos milenios y en la actualidad el estudio de las enfermedades en las plantas y su manejo sigue siendo de importancia fundamental para mantener y mejorar el suministro de alimentos.

Los cultivos hortícolas y en particular el cultivo del tomate es propenso al ataque de agentes bióticos y abióticos, principalmente hongos, bacterias, virus y nemátodos fitopatógenos; los cuales han sido un problema muy serio en campos cultivados con dicho cultivo, donde el productor se enfrenta a situaciones difíciles causadas por el daño de muchas enfermedades micológicas como es el caso de tizón temprano (*Alternaria solani*) y frecuentemente virosis, ocasionada por Geminivirus transmitido por mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.). También es de mención la problemática ocasionada por bacterias, principalmente *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* y *Pseudomonas syringae* pv *tomato*.

Entre las alternativas para el manejo de las enfermedades causadas por hongo se puede señalar al manejo químico a través del uso de fungicidas. Oliveira (citado por Arreaza J *et al*, 2001), señala que el empleo de fungicidas en el cultivo del tomate para el control de tizón temprano (*Alternaria. solani*) constituye una medida obligatoria para asegurar una alta productividad.

La constante investigación en la búsqueda de respuestas al control fitosanitario en el cultivo de tomate, ha sido la tarea principal de muchos investigadores desde hace muchos años, la cual todavía se realiza; es por tal razón que se estableció un experimento con el propósito de evaluar el manejo de enfermedades causadas por hongos y bacterias fitopatógenas en la localidad del valle de Sébaco, a través del uso de fungicidas sistémicos y preventivos proponiéndonos los objetivos siguientes.

II- OBJETIVOS

Objetivo General:

Determinar la eficacia de fungicidas sistémicos y preventivos, en el manejo de las enfermedades foliares, en el cultivo del tomate y la rentabilidad de su uso para el productor.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el efecto de tres fungicidas sistémicos (Benomil, Phyton y Curzate), en el manejo de enfermedades foliares.
- Evaluar el efecto de dos fungicidas preventivos (Mancozeb y Clorotalonil), en el manejo de enfermedades foliares.
- Evaluar el efecto de la rotación de un fungicida sistémico, mas dos preventivos (Curzate + Cloratalonil + Mancozeb) en el manejo de enfermedades foliares en tomate.
- Seleccionar los mejores tratamientos que presenten mayor eficacia en el manejo de los patógenos, su influencia sobre el rendimiento y la rentabilidad económica para los productores.

III- REVISION DE LITERATURA

El cultivo de tomate se ve afectado por una serie de problemas fitosanitarios, provocados por patógenos (hongos, bacterias y virus). Entre ellos se encuentran: tizón temprano (*Alternaria solani*, Mont. D. Bary) y la mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*), que fueron las que se presentaron durante el ensayo establecido en el Valle de Sébaco.

Alternaria solani desde luego es más frecuente que *Phytophthora infestans* (tizón tardío) en tomate, por requerir condiciones más estrictas que el tizón temprano; los esporangios de *Phytophthora infestans* sólo germinan en películas de agua sobre las hojas produciendo de dos a ocho zoosporas en el plazo de tres horas (esporas móviles) infectivas, cuando la temperatura oscila de 10 a 18 °C y en un intervalo de 91 a 100% de humedad relativa (Rodríguez *et al*, 1997).

Alternaria.solani, es una enfermedad muy común en muchos tipos de plantas en todo el mundo. Es de importancia económica por las pérdidas que causa en la producción de tomate, los costos de control y su amplia diseminación (CATIE, 1990).

El patógeno es extremadamente prolífico, puede sobrevivir en material en descomposición y plantas voluntarias por más de un año, por lo general la enfermedad aparece en forma de manchas foliares irregulares constituidas por anillos concéntricos. La enfermedad se manifiesta con mayor intensidad en la etapa de fructificación, debido a la fatiga fisiológica provocada en la zona de intensa actividad fotosintética por la abundante producción y traslocación de materiales hacia los órganos de reserva en formación, la infección del fruto ocurre generalmente en la base del pedúnculo y se puede notar manchas hundidas oscuras presentando también anillos concéntricos, las pérdidas pueden llegar a ser hasta el 50% de los frutos inmaduros (Messiaen *et al*, 1995; Castaño - Zapata., 1994 ; Walker, 1965).

El patógeno produce micelio septado y ramificado, que se oscurece cuando está viejo, los conidióforos son cilíndricos oscuros, y miden hasta 110 micras de largo y 6 - 10 micras de ancho. Las conidias son multicelulares con 9 a 11 septas transversales y unas pocas longitudinales son oscuras y se producen solas o en cadenas de dos cuando se cultivan en medio artificial. Las esporas tienen de 15 a 19 por 150 a 300 micras. Las células apicales

forman un apéndice delgado y claro que a veces es tan largo como el resto de la espora y mide de 2.5 a 5.0 micras de ancho (Castaño – Zapata, 1994).

Muchos estudios epidemiológicos acerca del patógeno han sido realizados, y gracias a ellos se sabe que períodos húmedos cortos, interrumpidos por otros secos, favorecen más la esporulación de *Alternaria*, que períodos húmedos largos. De 8 a 16 horas de humedad durante la noche, seguidos de períodos secos durante el día, y con temperaturas que oscilen entre 10 y 30 °C, son condiciones que favorecen al desarrollo de la enfermedad (Rodríguez *et al*, 1997). La liberación de conidias ocurre con moderada humedad relativa, la conidia germina cuando hay agua libre en la hoja bajo un amplio rango de temperaturas; en una a dos horas a temperatura entre 6 y 34 °C, y en 35 y 45 minutos a temperatura óptima de 28 a 30 °C. El riego aéreo favorece el desarrollo y propagación de la enfermedad. La duración de la humedad necesaria en la hoja, para que haya infección depende de la temperatura: a 10°C necesitan 12 horas de humedad en la hoja y 25 a 30°C solo 4 horas (Castaño - Zapata, 1994).

En cuanto a la relación huésped – parásito, es un hecho comprobado que las enfermedades producidas por *Alternaria spp*, son graves en plantas debilitadas o que vegetan mal por malas prácticas de cultivos, o condiciones climáticas adversas (Rodríguez *et al*, 1997).

Estudiando el ciclo de la enfermedad; el hongo puede sobrevivir como conidia y micelio por más de un año en los residuos de las plantas atacadas o en ocasiones sobre la semilla, es más probable que la infestación primaria sea causada por el hongo, que está en el suelo, contribuyendo a ella los días lluviosos o húmedos y las temperaturas del aire de 24 °C. Es diseminado por las corrientes de aire ocasionalmente por insectos masticadores, agua de lluvia, trabajadores y herramientas. El hongo penetra en los tejidos de la hoja y del tallo directamente a través de la epidermis y produce ácido alternárico, toxina causante de los efectos patológicos en el hospedante.

En condiciones favorables de temperatura y humedad, las manchas son visibles al cabo de dos a tres días, y pueden aparecer esporas dentro de los tres y cuatro días siguientes. La producción de esporas se inicia, por lo general cuando las manchas foliares tienen un diámetro aproximado de 3 mm, las esporas y conidias son liberadas y esparcidas por el viento

reinfectando a las plantas e infectando a plantas sanas y aun cayendo sobre el suelo sirviendo este como reservorio de propágulos para futuras infestaciones en tallos, hojas y frutos (Walker, 1965; Mendoza y Pinto, 1985).

Otras de las enfermedades más frecuentes en el cultivo del tomate son las causadas por bacterias, como *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye, la cual se manifiesta sobre las hojas, pecíolos, tallos y pedúnculos de los frutos, así como sobre los sépalos y en forma de pústulas negras en frutos.

Xanthomonas es una bacteria en forma de barras rectas, (bastoncillos), tienen reacción Gram – negativo de 0.4 a 1.0 por 1.2 a 3.0 μm . Móviles por medio de un flagelo polar, producen un pigmento amarillo cuando crecen en medio de agar, la mayoría tienen crecimiento lento, todas son patógenos (Rivera, 1999.). La bacteria produce ácido pero no gas, a partir de arabinosa, glucosa, sacarosa, galactosa, trehalosa, celobiosa y fructosa; también produce xantomonadinas (Jones, 2001).

Xanthomonas campestris pv. *vesicatoria*, es la enfermedad conocida, como mancha bacteriana del tomate y se encuentra ampliamente distribuida en todas las zonas productoras de tomate. Produce daños considerables en las hojas y tallos, especialmente en plántulas; pero la característica más relevante es su efecto sobre los frutos verdes, estos consisten en pequeñas manchas acuosas con un halo verduzco que se extiende hasta alcanzar un diámetro de 3 a 6 mm. Más tarde las manchas pierden el halo se vuelven negras, ligeramente hundidas y la superficie se torna costrosa. Los síntomas de esta enfermedad en las hojas se reflejan en forma de pequeñas manchas circulares de borde oscuro, centro traslucido, de menos de 3 mm de diámetro; más tarde las lesiones se vuelven angulares de color pardo y por lo general el centro de las manchas se cae. En el tallo se observan lesiones necróticas circulares de color marrón (CATIE, 1990).

El desarrollo de la enfermedad es favorecido por un ambiente húmedo, lluvias fuertes aumentando así la severidad y una temperatura entre 25 a 30 °C, (óptimo 27 °C). En el trópico centroamericano, la época lluviosa, provee las condiciones apropiadas para el ataque de la enfermedad. El patógeno se disemina por viento húmedo, por salpique de lluvia y penetra a

las hojas a través de estomas y heridas; esto último, la diferencia de los hongos, por no tener la capacidad de perforar la epidermis que recubre a la planta (CATIE, 1990 ; Pérez, 2001).

No se puede obviar la problemática que este cultivo enfrenta sobre el ataque de plagas insectiles, unas de ellas vectores de virus causantes de enfermedades, como es el caso de mosca blanca (*Bemisia tabaci Genn*). Según Salguero (1992), citado por Chavarría (2004), la presencia de esta plaga en los campos cultivados con tomate representa una de las principales limitantes para la producción de dicho rubro, la cual puede ocasionar, daño directo, al succionar la savia del tejido vegetal, produciendo clorosis y muerte de la planta. Otro daño consiste en la producción de extractos azucarados, sobre los cuales se desarrollan hongos del género *Capnodium*, dañando la apariencia del producto y dificultándose la función clorofílica debido al bloqueo de la luz, sin embargo el daño más importante se debe a la transmisión de virus, específicamente los geminivirus.

Las enfermedades causan disminución en la productividad de las plantas y en la calidad de las cosechas, por medio de alteraciones en los procesos fisiológicos normales y que en el contexto de la agricultura, estas pérdidas en rendimiento y calidad se traducen a menudo en pérdidas económicas para el agricultor; éste debe recurrir a la implementación de métodos de manejo a fin de minimizar dichas pérdidas económicas.

En la actualidad existen una serie de prácticas dirigidas a reducir el nivel de las enfermedades o su impacto en el rendimiento o la calidad. Dentro de estas se encuentran: el manejo por resistencia (plantas resistentes o tolerantes), manejo cultural (rotación de cultivos, nutrición balanceada), manejo biológico (uso de organismos antagónicos) y el manejo químico que es una herramienta utilizada de forma cotidiana por la mayoría de los agricultores para eliminar patógenos o retardar su desarrollo, impidiendo la infección o estimulando mecanismos de defensa de las plantas (Arauz, 1998). Entre los fungicidas comúnmente utilizados por los agricultores se encuentran los siguientes:

Curzate:

Curzate M 72 WP, es un fungicida compuesto por la mezcla física de “Cymoxanil” y “Mancozeb” para el control de hongos del grupo de los Oomicetos. El Cymoxanil del grupo de los **acetamidas** actúa en forma sistémica y translaminar actuando en los procesos de

biosíntesis de aminoácidos, metabolismo de la uridina y permeabilidad de las membranas de los hongos sensibles, inhibiendo el crecimiento del hongo y reduciendo la producción de esporangios y zoosporas. El Mancozeb, actúa como preventivo formando una capa protectora sobre el follaje que inhibe la formación de las esporas afectando múltiples procesos de los hongos. Este producto contiene 80 g de Cymoxanil + 640 g de etilen bisditiocarbamato de manganeso y ión zinc por kg de Curzate (RAMAC, 1999 ; IPE, 1999).

Clorotalonil:

Es un fungicida de contacto con acción preventiva y amplio espectro de control, ampliamente utilizado para el control de enfermedades. El ingrediente activo de Clorotalonil es **Tetracloroisofalónitrilo**, el mecanismo de acción de este producto es multisitio, afectando al hongo en múltiples funciones metabólicas impidiendo su germinación y crecimiento de forma preventiva. Este producto contiene 500 g de ingrediente activo (i.a) por litro (L) de producto (RAMAC, 1999; IPE, 1999).

Mancozeb:

Es un fungicida protectante de multi acción, que ejerce su actividad en forma preventiva para usarse en aspersión foliar, para el control de enfermedades fungosas en gran variedad de cultivos. El ingrediente activo de Mancozeb es producto de coordinación del **ión Zinc y etilen bis ditiocarbamato de manganeso**, equivalente a 800 g de i.a/kg, el producto actúa en la respiración celular del hongo; interrumpiendo el ciclo de Krebs en varias de sus etapas (RAMAC, 1999; IPE, 1999).

Benomil:

Es un fungicida de acción sistémica y de contacto y efectos erradicantes y antiespurulante en hongos fitopatógenos de los grupos basidiomicetes, ascomicetos y deuteromicetos. El ingrediente activo de Benomil es el **Benomilo**: metil 1 – (butil carboil) - 2 – benzimidazol, car – bamato, equivalente a 500 g de i.a/kg de producto. Benomil afecta al hongo evitando la división celular por eliminación de la proteína “**tubulina**”; esta proteína se encuentra en el citoplasma, vital para la división celular y además es la encargada de la síntesis de los microtúbulos que forman el uso cromático (RAMAC, 1999; IPE, 1999).

Phyton:

Es un potente bactericida – fungicida, tiene acción sistémica y preventiva. Es absorbido por la planta y transportado por la corriente de savia de tal manera que el ingrediente activo, el cual es **Sulfato de cobre pentahidratado** con un contenido de cobre al 5.5%, protege toda la planta y no es lavado por las lluvias. Este producto contiene 256.7 g de i.a/L de producto (RAMAC, 1999; IPE, 1999).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo los objetivos planteados, se estableció un ensayo para evaluar la eficacia de seis tratamientos fungicidas, más un testigo absoluto sobre el control de enfermedades en el cultivo del tomate y su influencia que tienen estos sobre el rendimiento del cultivo.

4.1- Ubicación del experimento

El presente experimento se estableció en el Valle de Sébaco- Matagalpa en la Finca Surco Muerto, propiedad del señor Juan Tórrez, localizada en el km 100 de la Carretera Panamericana, 200 metros hacia el este; cuyas coordenadas corresponden a 12° 15' latitud norte y 72° 12' longitud oeste, a una elevación de 454 msnm. De acuerdo con la clasificación de Koppen la zona climática corresponde a tropical de Sabana, con escasa vegetación. Según la clasificación bioclimática de Holdrige la zona de vida es bosque subtropical seco.

El ensayo se estableció en la época lluviosa, comprendido desde Julio hasta octubre del año 2004. Las condiciones climáticas: Precipitación (Pp.), Temperatura (Temp) y Humedad Relativa (HR) que prevalecieron durante todo el año en la zona donde se estableció el ensayo se presentan en la Figura 1.

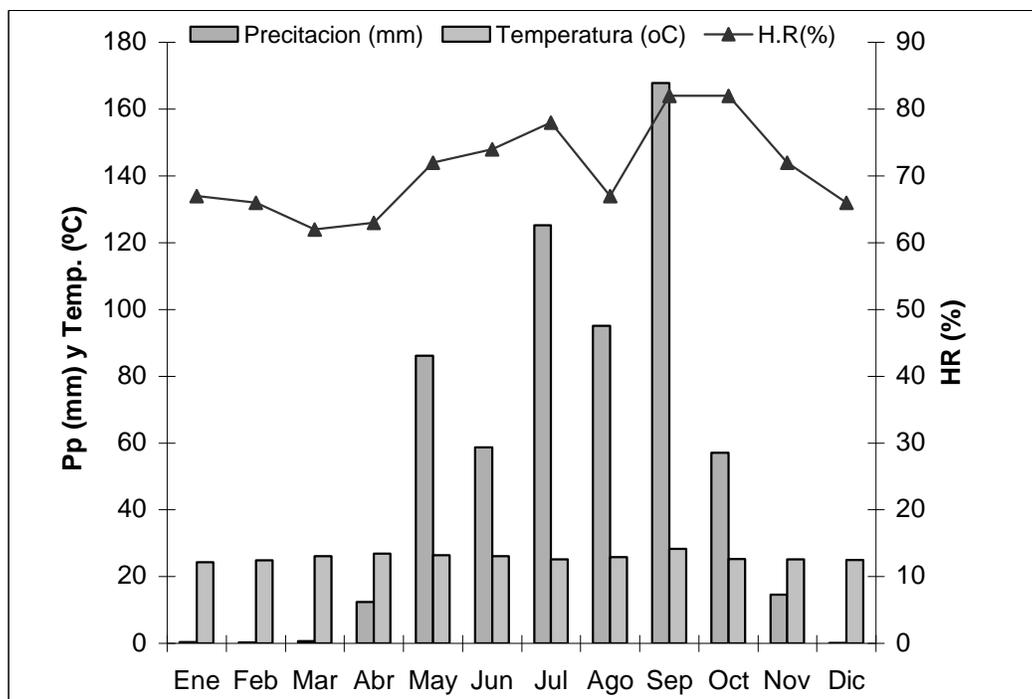


Figura 1. Condiciones climáticas de la zona (Estación Meteorológica San Isidro 2004).

4.2- Descripción del diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con siete tratamientos y cuatro repeticiones. El área que ocupó dicho experimento fué de 758.6 m², cada parcela experimental consistió de 5 surcos con una longitud correspondiente de 6 m cada uno, separados a 0.85 m. La parcela útil consistió de 3 surcos centrales, donde la unidad de muestreo fué el surco número 3 de cada parcela experimental, tomando los datos a cinco plantas, dejando un efecto de borde de 5 plantas para disminuir el error experimental.

Para la evaluación de las enfermedades en el campo, se tomaron muestras del testigo absoluto, y se llevaron al laboratorio de micología de la Universidad Nacional Agraria, donde se realizó el diagnóstico (Anexos 4 y 5). La metodología que se empleó para la siembra de los tejidos infestados fue la siguiente:

Se preparó un sustrato o medio general para bacterias con Agar Nutritivo (AN), y otro medio general para hongos Papa Dextrosa Agar (PDA), se desinfectaron las muestras sumergiéndolas

en alcohol al 90% durante tres minutos, se lavaron con agua esterilizada, se secaron con papel filtro y luego se procedió a la siembra en platos petri en los diferentes medios de cultivos.

4.3- Descripción de los tratamientos

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo del tomate. (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

No	Nombre común	Nombre técnico	Grupo químico	Dosis (por ha ⁻¹)	Dosis (por tratamiento)
1	Curzate	Cymoxamil + Mancozeb	Acetamida + ditiocarbamato	2 kg	23 gr
2	Clorotalonil	Bravonil	Benzonitrilo clorado	2 L	23 cc
3	Mancozeb	Manzate	Ditiocarbamato	2 kg	23 gr.
4	Benomil	Benlate	Benzimidazoles	0.5 kg	5.1 gr.
5	Testigo	Sin aplicación			
6	Phyton	Sulfato de cobre penta hidratado	Inorgánico	0.5 L	5.1 cc
7	Alternado*	-	-	-	-

*Curzate + Clorotalonil + Mancozeb

Los tratamientos preventivos (Mancozeb y Clorotalonil), fueron aplicados al caer la primera lluvia antes de que los síntomas de la enfermedad estuvieran presentes en las plantas, se realizó la primer aplicación a los 25 días después del trasplante (ddt) y la última a los 75 ddt; cabe mencionar que después de la primera aplicación de estos se mantuvo un intervalo de aplicación de 8 días, realizando un total de 8 aplicaciones. Los tratamientos curativos o sistémicos (Phyton, Curzate y Benomil), se iniciaron a aplicar cuando los síntomas de la enfermedad, ya estaban presentes en las plantas, realizando la primera aplicación, a los 39 ddt y la última a los 75 ddt, el intervalo de aplicación para estos también fue de 8 días, realizando un total de 6 aplicaciones. El tratamiento 7 (alternado), consistió en la rotación de los siguientes productos: Curzate + Clorotalonil + Mancozeb); donde las aplicaciones se

realizaron, al visualizar los síntomas en las plantas de dicho tratamiento, iniciando con Curzate, luego con Clorotalonil y finalizando con Mancozeb continuando con el mismo orden de aplicación en el transcurso del tiempo.

4.4 Variables evaluadas

Durante el crecimiento del cultivo se evaluaron las siguientes variables.

4.4.1 - Variables fitosanitarias

4.4.1.1- Severidad de tizón temprano (*Alternaria solani*) en follaje (%)

La toma de datos se inició a los 38 días después del trasplante. A partir de esta fecha se muestreó una vez por semana hasta los 78 días después del trasplante, para esto se escogieron 5 plantas del surco central de cada parcela, la cual estaba constituida de cinco surcos, realizando el muestreo de manera visual por planta, basados en una escala para evaluar la severidad de manchas en el follaje propuesta por British Mycological Society, citado por Kranz, *et al* 1994. (Anexo 9).

4.4.1.2- Severidad de mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*) en follaje (%)

La cuantificación de esta variable se inició a los 62 días después del trasplante, la cual se realizó una vez por semana hasta los 78 días después del trasplante. La manera en que se determinó el porcentaje para esta variable, fue igual que la variable anterior.

4.4.1.3 -Severidad de virosis (%)

La toma de datos se inicio a los 20 días después del trasplante y se continuaron dos veces por semana, hasta los 80 días después del trasplante.

Se revisaron 5 plantas en cada tratamiento por repetición. El grado de severidad se clasificó bajo la misma metodología empleada para las variables anteriores, basados en la escala propuesta por Ioannou (1985), citado por Rojas. (Anexo 10)

4.4.2- Variables agronómicas

4.4.2.1- Peso en kg/ha de frutos buenos (comercializables)

Para obtener este dato se realizaron 5 cosechas de tomate desde los 63 días después del trasplante hasta los 97 días después del trasplante, seleccionando los 3 surcos centrales de cada tratamiento. Se determinó el peso de los frutos buenos en libras utilizando una balanza romana comercial, posteriormente se hizo la conversión a kilogramos por hectárea, tomando en cuenta el área cosechada, la cual fué de 15.30 m²

4.4.2.2 - Peso en kg/ha de frutos afectados por tizón temprano (*Alternaria solani*)

Este dato se obtuvo de manera similar a la variable anterior.

4.4.2.3- Peso en kg/ha de frutos dañados por bacteria (*Xanthomonas campestris*)

Se determinó siguiendo el procedimiento en variables previamente descritas.

4.4.2.4- Rendimiento real en kg/ha

El rendimiento real se obtuvo de la sumatoria de las cinco cosechas realizadas por tratamiento.

4.4.2.5 - Número de moscas blancas por planta

La toma de datos de esta variable se inició a los 8 días después del trasplante, dos veces por semana, hasta los 72 ddt. Para su evaluación se revisó el envés de 4 hojas/planta en cada tratamiento, anotando el número de moscas blancas presentes en dichas hojas, luego se sumaba el total encontradas y se dividía por el número de plantas muestreadas para obtener el número promedio de moscas por planta.

4.5 - Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos obtenidos para las variables fitosanitarias en estudios se realizó por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias, por la prueba

de rangos múltiples de Tukey al 5% de confiabilidad. A las variables agronómicas; a excepción del número de moscas blancas por planta, se les hizo un análisis de contrastes ortogonales, donde se compararon los grupos de acción sistémica con los grupos de acción preventiva y el testigo.

A las variables de severidad de *Alternaria solani*, *Xanthomona campestris* y virosis en follaje, se les realizó la transformación del Arco seno de la raíz cuadrada de la proporción; ya que esta transformación es utilizada en variables de conteo en porcentaje sin ningún patrón de restricción (Clewer y Scarisbrick, 2002). A la variable número de mosca blanca se le hizo la transformación de la $\sqrt{vx+0.5}$, previo al análisis estadístico.

4.5.1- Valoración y análisis económico:

Para conocer la rentabilidad de las opciones probadas, se tomó en cuenta el número de aplicaciones para cada tratamiento y el costo del producto, los que a continuación se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2 Precio, dosis y números de aplicaciones de los productos evaluados en el Cultivo del tomate. (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004).

Tratamiento	Precio unitario U\$	Dosis/ha	No. de aplicaciones
Curzate	23.63	2kg	6
Clorotalonil	9.09	2Lit	8
Mancozeb	5.15	2kg	8
Benomil	12.12	0.5kg	6
Testigo	-	-	-
Phyton	42	0.5Lit	6
Alternado*	23.63+9.09+5.15	2kg + 2Lit+ 2kg	2+2+2

*Alternado = Curzate + Clorotalonil + Mancozeb

A los resultados agronómicos se les realizó un análisis económico para hacer una evaluación de los criterios de manejo de las enfermedades, con el objetivo de determinar cuales de las alternativas es más adecuada desde el punto de vista de su rentabilidad, de manera que al

recomendarla en la producción, esta se ajuste a los objetivos y circunstancias de los productores. Este análisis es aplicado en la evaluación de nuevas tecnologías en la producción (CIMMYT, 1988); ya que para los agricultores es de sumo interés conocer los ingresos y los costos que tendrán al cambiar su práctica que comúnmente utilizan.

4.5.1.1- Presupuesto Parcial

Para dar inicio al proceso de selección de los tratamientos, se elaboró un presupuesto parcial sin considerar los costos fijos de producción ya que según el CIMMYT, (1988) y Reyes, (2002), consideran que preferiblemente hay que tomar en cuenta mejoras relativamente pequeñas, que proponer cambios en gran escala, también por que solo se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento y a estos costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro se denominan costos variables.

Para realizar el presupuesto parcial fué necesario ajustar los rendimientos en un 10% menos; considerando que generalmente los datos experimentales sobre estiman la producción, en comparación al de las condiciones del productor, aun cuando los experimentos se hacen en la finca del productor, esto debido al manejo de los experimentos, tamaño de la parcela, las que en un campo pequeño tienden a ser mas uniformes que en un campo grande (CIMMYT, 1988).

4.5.1.2- Análisis de dominancia

El análisis de dominancia se realizó para seleccionar tratamientos que en términos de ganancias ofrezcan la oportunidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores y para llevar a cabo el análisis de dominancia, se ordenaron los tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían.

4.5.1.3- Análisis de Retorno Marginal

Para llevar a cabo este análisis se eligieron únicamente los tratamientos no dominados para decidir si las alternativas son recomendables en la producción. Estos tratamientos siempre fueron organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, obteniéndose los

incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento; ya que al dividir el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costo y multiplicando este resultado por 100 se obtiene la tasa de retorno marginal o mejor dicho el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultado de cambiar de un tratamiento a otro.

4.5.2.4- Análisis de Retorno Mínimo

Según el CIMMYT (1988), hasta la elaboración del Análisis de retorno marginal, no se sabe cual es el tratamiento más rentable solamente se tienen las tasas de retorno marginal, por lo que es necesario realizar este análisis de retornos mínimos dado que el rendimiento puede reducirse de un año a otro, de un sitio a otro y por la forma de manejo que le dan los productores, por tal razón se seleccionaron los rendimientos mínimos por tratamiento, esto para determinar si las recomendaciones se siguen manteniendo en las peores condiciones de rendimiento. Para esto se realizó nuevamente el presupuesto parcial y análisis de dominancia pero ahora utilizando los rendimientos mínimos de cada tratamiento.

4.5.2.5- Análisis de sensibilidad

El CIMMYT (1988), propone realizar un análisis de sensibilidad; para determinar, si la recomendación efectuada en el análisis de retorno marginal, soportará cambios de precios del producto (tomate) y el de los insumos (fungicidas).

4.6- Manejo del experimento

El semillero se realizó de forma manual (pala y azadón), el primero de julio del 2004, con las siguientes dimensiones: 1 m de ancho, 15 m de largo y una altura de 0.15 m. Para la desinfección se incorporaron 2.3 kg de cal, luego se le aplicó 1.4 kg de fertilizante completo (12-30-10).

La variedad de tomate que se utilizó fué Butte, la cual presenta las siguientes características: tipo de crecimiento semideterminado, con un ciclo intermedio de 80 a 90 días, tolerante a *Fusarium*, nemátado agallador, mancha grisácea de la hoja, virus del mosaico del tomate raza 1 y de frutos redondos de muy buena calidad resistentes al transporte (INTA, 2004).

La semilla se sembró a chorrillo ralo en hileras a lo ancho del banco a una distancia de 10 cm. entre cada hilera, una vez depositada la semilla se aplicó Vitavax a razón de 15 g por regadera de 10 litros de agua, utilizando 15 regaderas en total.

Se utilizó un túnel de tubos galvanizados y tela para la protección del semillero. El control de maleza se efectuó a los 10 días después de la siembra.

La preparación del terreno en el campo definitivo se realizó 15 días antes del trasplante, la cual consistió en dos pases de grada y el surcado se realizó con tracción animal. El trasplante se llevó a cabo el 23 de julio a los 22 días después de efectuada la siembra en el semillero a una distancia de 0.85 m entre surcos y 0.35 m entre plantas. El riego se realizó cada tres días en horas de la mañana; ya que durante el mes de julio y agosto se presentaron condiciones atípicas (sequía prolongada) en la zona. Se realizaron cuatro controles de malezas, a los 15, 40, 65 y 80 días después del trasplante.

La fertilización consistió en la aplicación fraccionada de urea al 46% a los 14 y 29 días después del trasplante, a razón de 4 qq/ha. por aplicación, a los 8 días después del trasplante, se aplicó completo (12-30-10) a razón de 4 qq/ha. También se hicieron 4 aplicaciones de Bayfolan forte (fertilizante foliar) a los 22, 27, 34 y 47 días después del trasplante a razón de 1.3 L/ha en cada aplicación.

El control de plagas se realizó en base de recuentos, haciendo uso de los umbrales económicos establecidos para cada uno de ellos, realizándolo 2 veces por semana en las horas de la mañana. El umbral de acción para mosca blanca, fue de 0.2 moscas por planta, la cual se manejó utilizando una rotación de productos como Confidor (Imidacloprid), Neem y Actara (Thiamethoxan) a razón de 0.2 kg/ha, 1.3 L/ha y 0.2 kg/ha respectivamente. Para el control de gusanos del fruto (*Spodoptera spp* y *Helicoverpa zea* (Boddie), se hicieron aplicaciones de Dipel (*Bacillus thuringiensis*, var *kurstaki*) Spinosad (Spintor 12 SC. Naturalyte) y Neem; a razón de 0.68 kg/ha, 0.12 L/ha y 1.3 L/ha respectivamente tomando como referencia los umbrales de acción, para *Spodoptera spp*, 2 masas de huevos en cincuenta plantas y para *H. zea* 7 huevos o 7 larvas en 50 plantas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las condiciones agroclimáticas presentadas en la zona, las enfermedades que se presentaron fueron tizón temprano (*Alternaria solani*), Mont. D Bary en follaje y frutos, mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*) (Doidge) Dye, también en follaje y frutos y Virosis ocasionada por Geminivirus.

5.1- Variables fitosanitarias

5.1.1- Severidad de tizón temprano (*Alternaria solani*) en follaje

De acuerdo con los resultados obtenidos por cada fecha evaluada el análisis de varianza (ANDEVA) realizado, demuestra que para los 38, 46 y 54 días después del trasplante (ddt), los tratamientos no muestran diferencia estadística, cabe mencionar que tampoco hubo efecto entre bloque; ya que las probabilidades aleatorias indicadas por el sistema de análisis estadístico (SAS) son altas, sin embargo se realizó la separación de medias según Tukey donde se obtuvo una sola categoría estadística (Anexo 1).

Para los 62 días después del trasplante el análisis muestra que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P= 0.04$, $R^2= 0.525$, $CV= 23.99$). La separación de medias según Tukey ($\alpha= 5\%$) permite agrupar los tratamientos en tres categorías estadísticamente diferentes, ocupando el primer lugar Clorotalonil con el que se obtuvo la menor severidad en el follaje (5.52%), en segundo lugar se encuentran los tratamientos: Alternado, Benomil, Mancozeb, Curzate y testigo presentando porcentajes de daño que van de 6.32 a 12.40%, siendo estos estadísticamente iguales, por lo que se le atribuye una misma categoría; no obstante la mayor severidad se presentó en el tratamiento Phyton con 15.675% de daño en el follaje.

Para los 70 días después del trasplante el análisis sigue mostrando diferencia estadística altamente significativas entre los tratamientos ($P= 0.009$, $R^2= 0.62$, $CV= 16.16$).

La separación de medias según Tukey ($\alpha = 5\%$), agrupa los tratamientos en tres categorías estadísticas diferentes, donde el Clorotalonil sigue brindando mejor protección al follaje, con 27.250% de severidad, no así para los tratamientos: Alternado, Mancozeb y Curzate con los

que se obtuvieron porcentajes de daños intermedios que oscilan entre 37.25 a 42.87 y con los tratamientos que se obtuvieron los mayores porcentajes de daño fueron Benomil, Phyton y Testigo con 53.250 y 56.87%.

A los 78 días después del trasplante el análisis de varianza también encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ($P= 0.0064$, $CV= 15.29$, $R^2= 0.69$). Al realizar la separación de medias por Tukey, éste los agrupa en tres categorías estadísticas diferentes, donde el comportamiento de los tratamientos sigue la misma tendencia que en el análisis anterior, siendo Clorotalonil el que presenta menor daño foliar con 30.875% de severidad, los tratamientos Alternado, Curzate y Mancozeb presentaron los valores intermedios de severidad que van de 47.375 a 50.625% de daño. Phyton, Testigo y Benomil fueron los tratamientos en donde la severidad de la enfermedad tuvo un comportamiento de 61.75 a 66.25% caracterizándolos como los pocos efectivos para el patógeno (Anexo 1).

De acuerdo a los resultados para los 38, 46 y 54 días después del trasplante no hubo diferencias entre los tratamientos; esto se debió a que *Alternaria* estaba en su estado inicial, por lo que se considera que los tratamientos ejercieron un efecto estadísticamente similar sobre el control de esta, sin embargo a los 62, 70 y 78 días después del trasplante se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, ya que a partir de los 62 días (21 de septiembre), la severidad de la enfermedad aumentó (Figura 2), debido a las precipitaciones, temperatura y humedad relativa fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad, a demás que para esta fecha el cultivo se encontraba en su etapa de fructificación, donde se pudo observar la mayor agresividad de la enfermedad (Figura 2), observación que coincide con la de Walker, 1965, el cual plantea que en período de fructificación las plantas son mas susceptibles por la fatiga fisiológica provocada en las zonas de intensa actividad fotosintética, por la abundante producción y traslocación de materiales hacia los órganos de reserva en formación.

En cuanto a la efectividad de los tratamientos, Clorotalonil fue el que ejerció un mejor control de *Alternaria* en el follaje, con el que se obtuvieron los menores porcentajes de severidad durante toda la etapa del ensayo, debido a que es uno de los productos eficaces en cuanto a la protección del follaje por su amplio espectro de acción, de acuerdo a ello se considera como el mejor entre los demás tratamientos con respecto a la protección del follaje.

Estudios realizados por Carrasco (1996), sobre el efecto de Clorotalonil y Cobre en *A. solani*, coinciden con estos resultados, donde Clorotalonil mostró los menores daños foliares en comparación con los demás tratamientos evaluados a base de Cobre.

En la Figura 2 se observa la dinámica del daño por Tizón temprano (*Alternaria solani*) bajo el efecto de los tratamientos utilizados a través del tiempo.

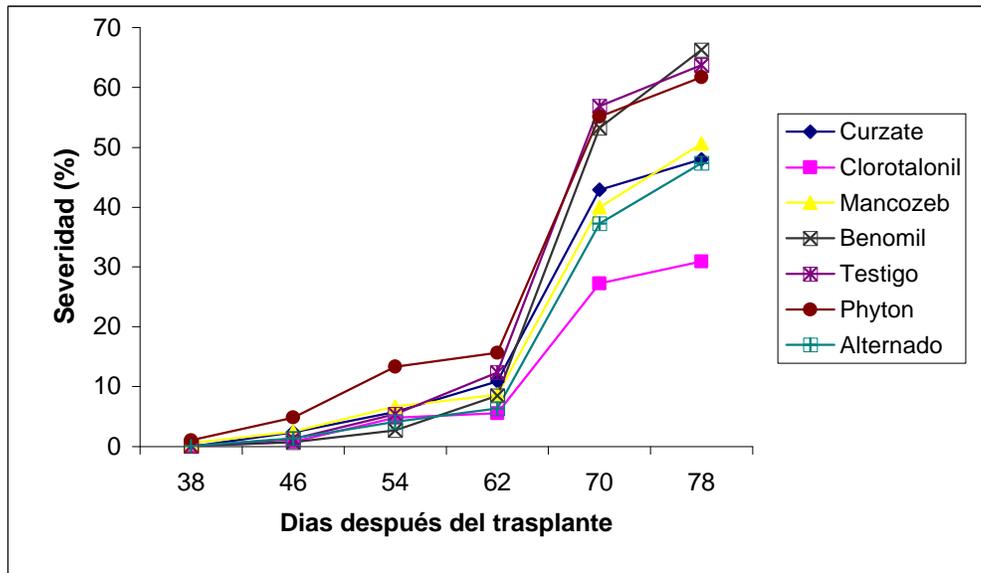


Figura 2. Efecto de siete tratamientos sobre la dinámica del daño de tizón temprano (*Alternaria solani*) en el follaje. Tomate. c.v. Butte. (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004).

5.1.2 Severidad de mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*) (Doidge) Dye en follaje.

El análisis de varianza realizado para esta variable, a los 62 y 70 días después del trasplante (ddt), nos indica que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos; ya que la probabilidad aleatoria es muy alta (Anexo 2).

La separación de medias, según Tukey con $\alpha = 5\%$ indica que el conjunto de tratamientos comparados entre sí, están constituidos por una sola categoría estadística (Anexo 2). Es indicativo que las medias observadas son obviamente casuales y sólo existe una probabilidad de éxito menor del 5% de que esas diferencias sean producto de los tratamientos y no de causas aleatorias.

A los 78 ddt, el análisis nos demuestra que si hay diferencias estadísticas altamente significativas, tanto entre los tratamientos como entre bloque ($P = 0.02$, $R^2 = 0.64$, $CV = 16.04$).

La separación de medias según Tukey con un $\alpha = 5\%$, permite clasificar los tratamientos en tres categorías estadísticas, donde se obtiene con Phyton el menor porcentaje de daño en follaje (23.375); el segundo lugar lo obtuvieron Benomil, Mancozeb, Testigo y Curzate presentando porcentajes intermedios que van de 35.625 a 43.75 % de daño (Anexo 2), el último lugar lo adquirieron Alternado y Clorotalonil con porcentajes de 48.250 y 52.000 de daño. Por lo tanto las diferencias entre las medias son reales, es decir solo hay un 5 % de probabilidad de que esas diferencias observadas sean productos de razones casuales.

En la Figura 3, se observa la dinámica del daño de mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*), donde se nota un incremento rápido de la severidad desde los 62 – 78 días después del trasplante; debido a la rapidez de crecimiento que esta experimenta en condiciones tropicales y óptimos térmicos, según Messiaen *et al* (1995), condiciones presentadas en el ensayo donde las altas precipitaciones y humedades relativas originadas en esas fechas permitieron el incremento rápido de la enfermedad, coincidiendo también con la etapa de fructificación, donde los frutos son susceptibles en las primeras etapas de desarrollo.

Por otra parte, relacionando la dinámica de la enfermedad con el efecto de los tratamientos aplicados se puede observar que Phyton se comportó como el mejor tratamiento en follaje, además de Benomil y Mancozeb, ejerciendo también estos un control; debido a que Mancozeb es un producto a base de zinc. Messiaen *et al* (1995), citan que el ión zinc actúa como bactericida por si mismo en particular frente a *X. campestris*, estudios que han sido constatados al Sur de los Estados Unidos.

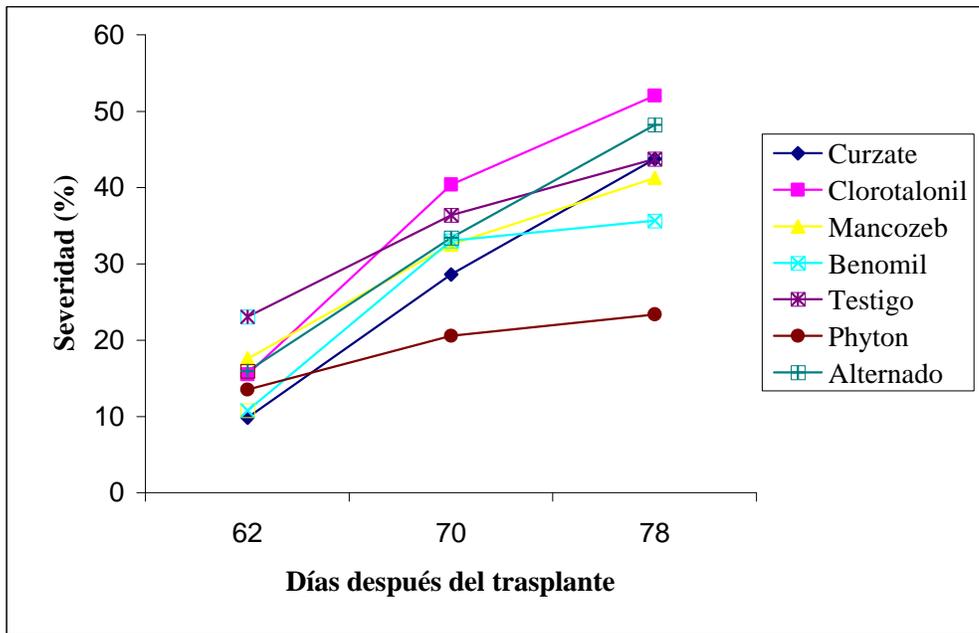


Figura 3. Efecto de siete tratamientos sobre la dinámica de daño de Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*) en el follaje. Tomate. cv. Butte. (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

5.1.3 Severidad de virosis en follaje

El análisis de varianza y la separación de medias realizadas según Tukey ($\alpha = 5\%$), para la variable porcentaje de severidad de virosis demuestran que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos durante todo el ciclo del cultivo; dado que los tratamientos evaluados no ejercen control sobre dicha enfermedad; pero no podemos obviar el efecto de la enfermedad en el comportamiento del cultivo a través del tiempo (Anexo3). La severidad de esta enfermedad, comenzó a incrementarse a partir de los 23 días, después del trasplante (Figura 4), la que no

detuvo su desarrollo; ya que debemos tener en cuenta que el virus una vez que ha penetrado en las células, comienza a propagarse solo en el interior de las células e inducir a las mismas a que formen partículas virales y de esta manera alteran los componentes y procesos celulares que a su vez alteran el metabolismo de las células y hacen que estas produzcan sustancias anormales y generen condiciones que influyen negativamente sobre las funciones y vida de las células y el organismo. (Agrios, 1996). Cabe mencionar que este efecto negativo es progresivo a través del tiempo, razón por la cual la enfermedad fue agresiva a partir de la infección, la cual se detectó a los 23 días después del trasplante y que llegó a grados de 90 a 100% de severidad (Figura 4), por Geminivirus; daño que la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gen.), causa al tomate en Centroamérica actuando como vector de este (Anderson *et al*,1992), hecho relacionado con las altas poblaciones de mosca blanca, que comenzaron a incrementarse a los 9 días después del trasplante (Figura 5).

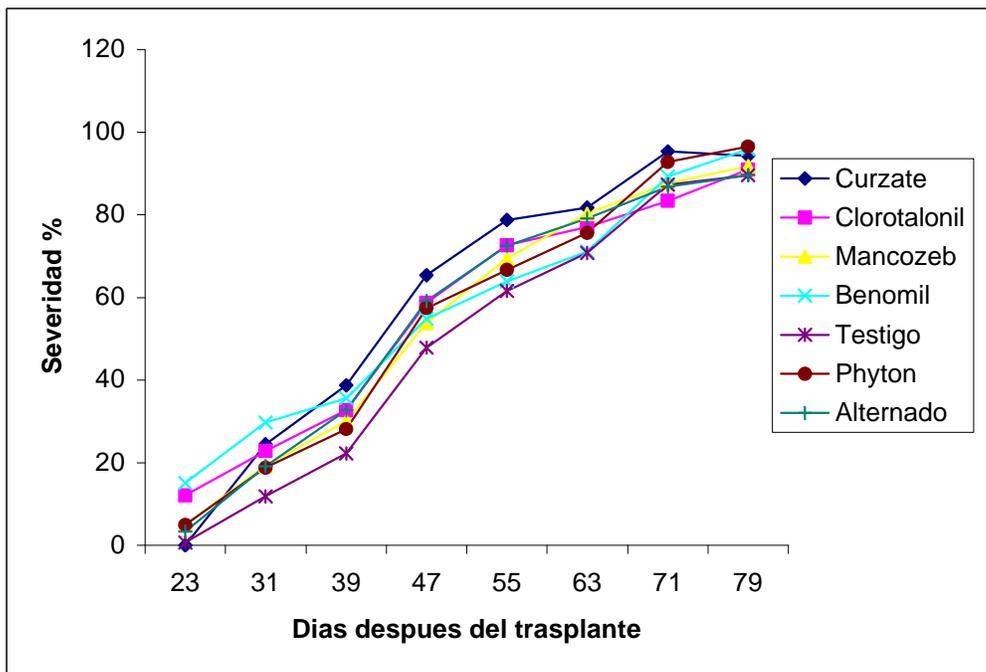


Figura 4. Comportamiento de severidad de virosis en el cultivo por tratamiento en el tiempo. Tomate. cv. Butte (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

5.2 Variables agronómicas

5.2.1 Número de moscas blancas por planta

El análisis de varianza para esta variable con un 95% de confianza, demuestra que no hay diferencias estadística entre los tratamientos; es decir que ninguno de ellos ejercen efecto sobre el control del insecto, por lo tanto al realizar la separación de medias se observa que estadísticamente todos los tratamientos son iguales entre si.

Se sabe que la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gen.), es una plaga de estación seca (CATIE 1990). Cabe destacar que durante la etapa, comprendida desde julio a agosto hubo escasez de lluvia; lo que provocó un incremento en las poblaciones de mosca, además de ser un insecto que invade de forma rápida y continua a las parcelas favorecidas por la acción del viento (Arias e Hiljie 1993), citado por Chavarría. También debe de tomarse en cuenta la fenología del cultivo en la siembra por trasplante donde la expresión de los síntomas virales se inicia a los 15 – 19 días y el máximo se alcanza a los 30 – 32 días después del trasplante (Amador e Hiljie 1993), citado por Chavarría. En el ensayo las primeras expresiones se iniciaron a los 9 días y el máximo a los 25 días después del trasplante.

Es después de los 25 días que las densidades poblacionales comienzan a disminuir poco hasta que llega a los 41 días después del trasplante, donde se puede observar una disminución de mosca, debido a que las plantas resultan poco atractiva por su aspecto y su baja calidad nutritiva para permanecer en el cultivo, migrando esta hacia otro cultivo o malezas (Rossett, 1990), citado por Chavarría.

En la Figura 5 se muestra la fluctuación poblacional de mosca blanca en cada tratamiento evaluado.

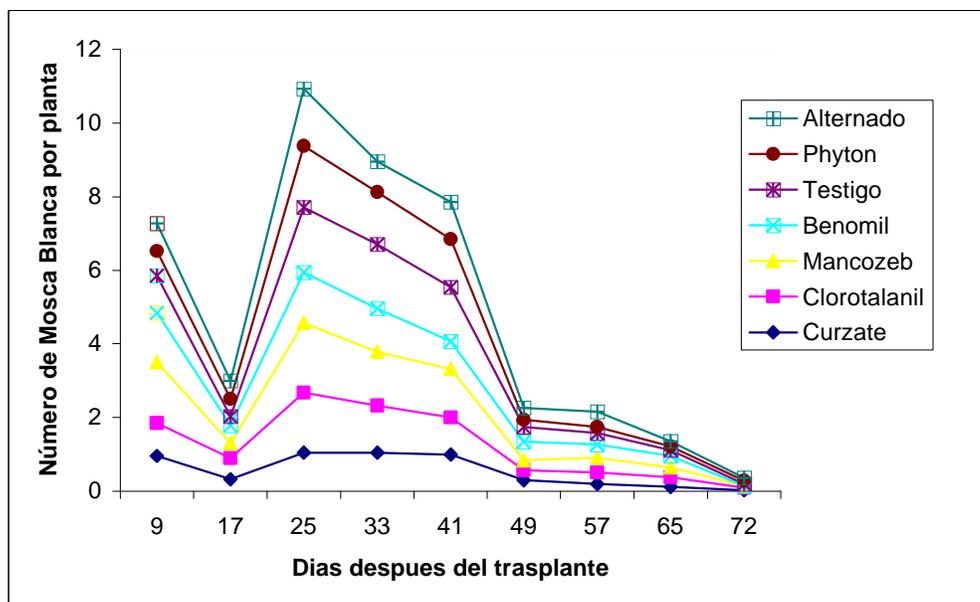


Figura 5. Fluctuación poblacional de Mosca blanca por tratamiento en el tiempo (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa, 2004)

5.2.2 Peso de frutos buenos en kg ha^{-1}

El análisis de varianza realizado para la variable peso de frutos buenos con un 95% de confianza demuestra que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos ($\text{CV}=28.95$, $R^2=0.81$, $\text{Pr}=0.32$), pero si entre bloques con un $\text{Pr}=0.0001$.

Al realizar el análisis de contrastes ortogonales para los grupos en comparación: sistémicos (sist) vs preventivos (prev), sistémicos vs testigo (tes), sistémicos vs alternado (alt), preventivos vs alternado, preventivos vs testigo y testigo vs alternado, este demuestra que en ninguna de las comparaciones hay diferencias estadísticas (Anexo 4). Esto se puede reafirmar a través del ANDEVA, donde también no se demuestran diferencias estadísticas entre tratamientos. Sin embargo las medias entre cada comparación son muy notorias (Anexo 5) donde los tratamientos preventivos superan a su comparador, por ejemplo, con la aplicación de fungicidas de acción sistémica se obtuvo un rendimiento promedio de $3703.16 \text{ kg ha}^{-1}$, en cambio con la aplicación de los fungicidas de acción preventiva se obtuvo un rendimiento promedio de $4789.2 \text{ kg ha}^{-1}$ y al comparar los tratamientos preventivos con el testigo se puede

notar también que estos superan al testigo con 4789.2 y 4375.8 kg ha⁻¹, datos que podemos apreciar mejor en la Figura 6.

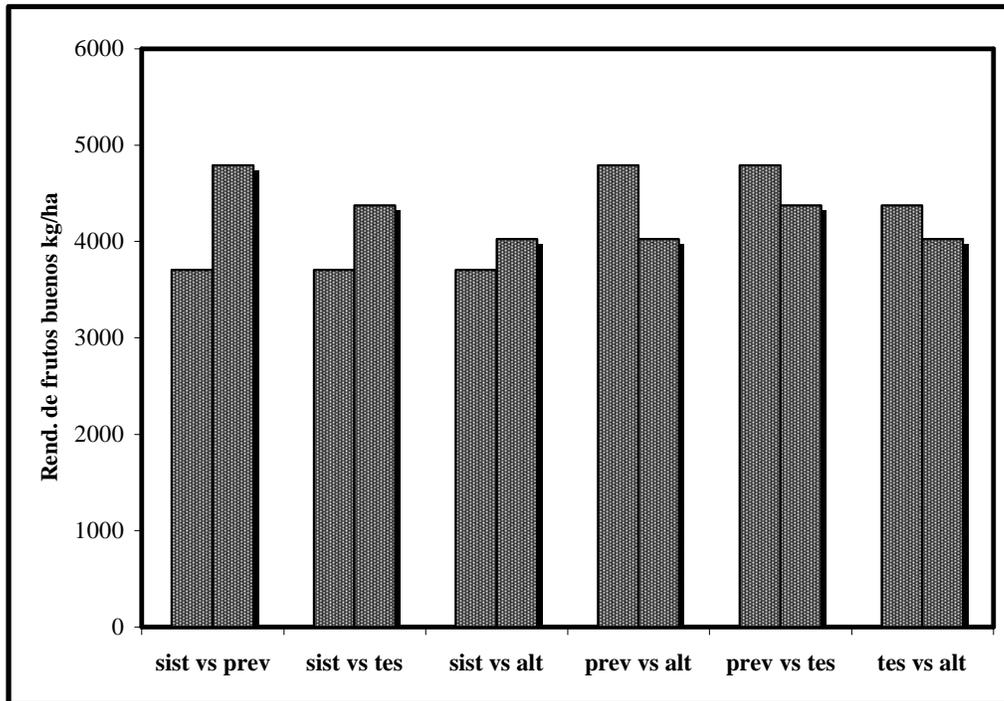


Figura 6. Comparación entre grupos de fungicidas y su efecto sobre el rendimiento de frutos buenos en kg/ha (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa, 2004)

5.2.3 Peso de frutos afectados con tizón temprano (*Alternaria solani*) en kg/ha

El análisis de varianza realizado para esta variable con un rango de confiabilidad al 95%, demuestra que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos (CV= 70.46, R²= 0.62, Pr= 0.03), así como entre bloques (Pr=0.02).

Al realizar el análisis de contrastes ortogonales para dicha variable a través del ANDEVA, este muestra que hay diferencias estadísticas entre los grupos comparados: sist vs prev, sist vs alt, prev vs tes y tes vs alt, a excepción de sist vs tes y prev vs alt (Anexo 4), en relación al rendimiento de frutos afectados por tizón temprano.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos del estudio realizado, se puede afirmar, que son los tratamientos preventivos los que ejercieron mejor control sobre el patógeno que los sistémicos, al obtenerse los mas bajos rendimientos de frutos afectados por tizón con 40.85 y 718.19 kg ha⁻¹ respectivamente. Resultados similares se obtuvieron al comparar sistémicos vs alternado con 39.21 y 718.19 kg ha⁻¹ respectivamente (Figura 7 y Anexo 5). Cabe mencionar que el tratamiento alternado consiste en la aplicación de dos preventivos y un sistémico, siendo los tratamientos preventivos de amplio espectro de control, actuando sobre un determinado número de hongos como por ejemplo los Deuteromicetes, clase a la que pertenece *Alternaria solani*. Estos resultados se relacionan con el hecho de que el mayor rendimiento de frutos buenos en la variable anterior se obtuvo con los tratamientos preventivos. Además de que la severidad del patógeno en follaje también fue menor con los tratamientos preventivos (Clorotalonil y Mancozeb).

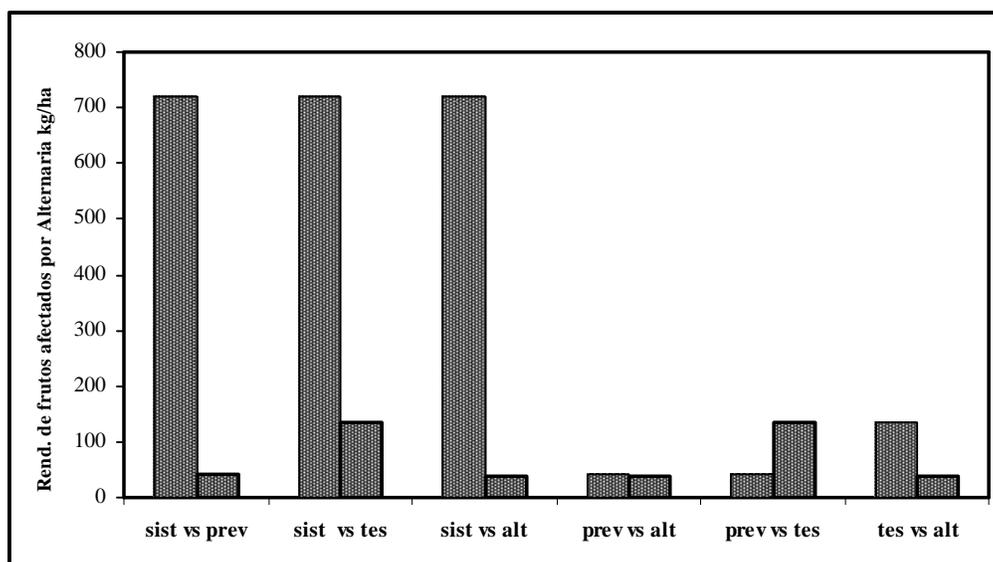


Figura 7. Comparación entre grupos de fungicidas y su efecto sobre el rendimiento de frutos afectados por *Alternaria solani* en kg/ha (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

5.2.4 Peso de frutos afectados por mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*) en kg/ha

El análisis de varianza realizado para esta variable con un 95% de confianza muestra que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos (CV= 66.20, R²= 0.44, Pr= 0.36).

Al llevar a cabo el análisis de contrastes ortogonales, este también no muestra diferencias estadísticas entre los grupos comparados (Anexo 4). En la Figura 8 puede observarse los rendimientos promedio de frutos afectados por mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*).

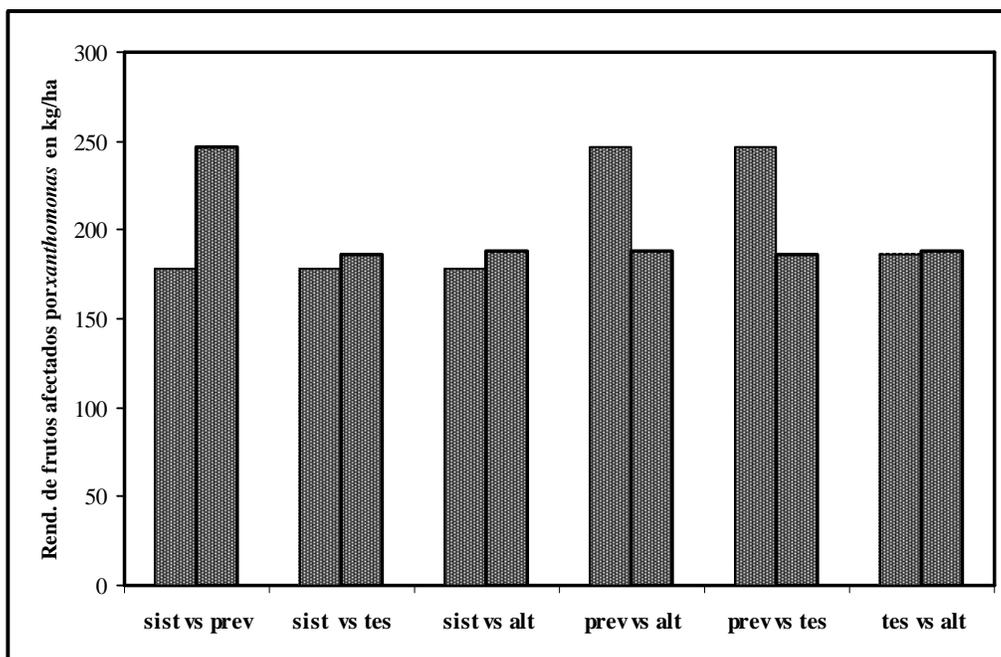


Figura 8. Comparación entre grupos de fungicidas y su efecto sobre el rendimiento de frutos afectados por *Xanthomonas campestris* en kg/ha (Finca Surco Muerto, Sébaco - Matagalpa. Época lluviosa 2004)

5.2.5 Rendimiento real en kg ha⁻¹

El análisis de varianza realizado con un 95% de confiabilidad muestra que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados en el estudio ($CV=22.69$, $R^2=0.76$, $Pr=0.01$), así como también entre bloques con un $Pr=0.03$.

El análisis de contrastes ortogonales realizado para los tratamientos en estudio, a través del ANDEVA realizado anteriormente, muestra que hay diferencias estadísticas entre las comparaciones de los grupos establecidos: sist vs prev, sist vs tes y prev vs tes, a excepción de sist vs alt, prev vs alt y tes vs alt (Anexo 4). Es de importancia señalar que al hacer comparaciones entre sistémicos, preventivos y el testigo el mayor rendimiento real se obtienen con los tratamientos preventivos (Clorotalonil y Mancozeb), con un rendimiento promedio de 5658.56 kg ha⁻¹, debido a que estos ejercieron un mejor control de las enfermedades que se

presentaron, además que en estos tratamientos el porcentaje de virosis se presentó con menor severidad, sabiendo que esto influye en el rendimiento negativamente; puesto que el efecto del virus debilita la planta (descenso en la fotosíntesis, disminuyen la cantidad de hormonas de crecimiento, etc.), causando bajas en el rendimiento. Al comparar los sistémicos (Curzate, Benomil, Phyton), preventivos y el testigo los mas bajos rendimientos se obtienen con el testigo, con 3009.3 kg/ha (Figura 9). Las medias de todas los grupos comparados se encuentran en Anexo 5.

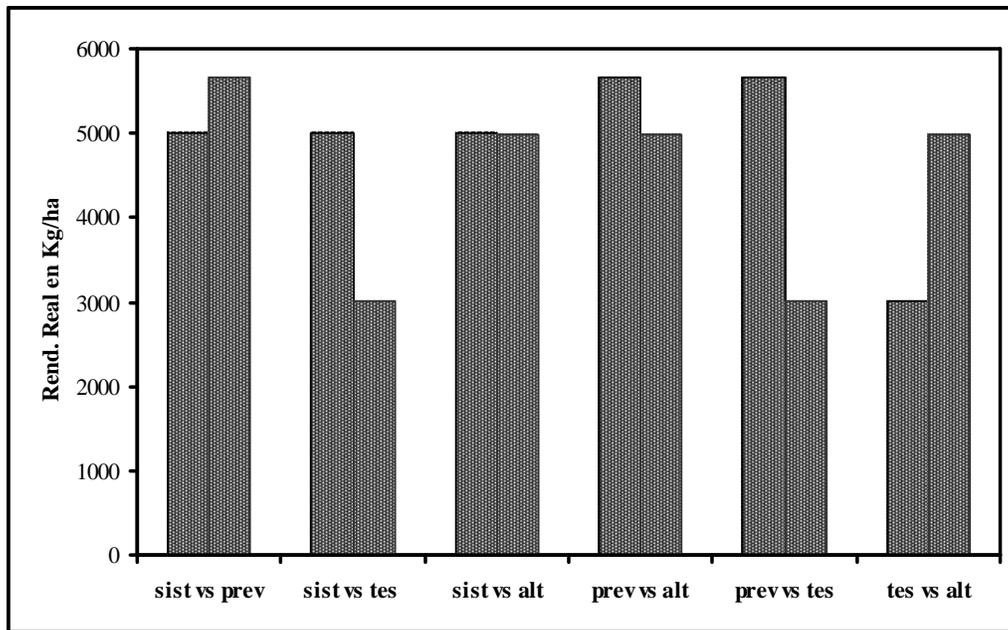


Figura 9. Comparación entre grupos de fungicidas y su efecto sobre el rendimiento real en kg/ha (Finca Surco Muerto, Sébaco - Matagalpa. Época lluviosa 2004)

5.3 Análisis económico

5.3.1 Presupuesto parcial

El presupuesto parcial nos indica que Curzate es el tratamiento que incurre en mayores costos variables con \$313.08 y los menores costos variables se obtuvieron con Benomil \$ 65.88 y Mancozeb con \$ 121.76. Los mayores ingresos netos se obtuvieron con Mancozeb \$ 1275.89 que con relación al Benomil fue de \$ 739.3, excluyendo al Testigo por no presentar ningún costo variable (Cuadro 7).

Cuadro 7. Presupuesto parcial de los beneficios netos y costos variables, en dólares, según cada tratamiento, estimados en base a una hectárea (Sébacó – Matagalpa, época lluviosa 2004)

No	Descripción	Curzate (T1)	Clorotalonil (T2)	Mancozeb (T3)	Benomil (T4)	Testigo (T5)	Phyton (T6)	Alternado (T7)
1	Rendimiento medio kg/ha	4183	4725.49	4852.94	2795.75	4375.83	4130.72	4026.14
2	Rendimiento ajustado en un 10%	3764	4252.9	4367.64	2516.18	3938.24	3717.65	3622.53
3	Precio/kg (U\$)	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
4	INGRESO BRUTO (U\$)	1204.48	1360.93	1397.65	805.18	1378.38	1189.65	1159.21
5	COSTOS VARIABLES (C.V)							
5.1	C.V para insumo							
	Precio de fungicida (U\$)	23.63	9.09	5.15	12.12	0	42	23.63+9.09+5.15
	Cantidad de fungicida	12kg	16lit	16kg	3kg	0	3lit	4kg+4l+4kg
	C.V Totales de fungicidas	283.56	145.44	82.4	36.36	0	126	151.48
5.2	C.V de M.O							
	No de aplicaciones	6	8	8	6	0	6	6
	D/H por aplicación	2	2	2	2	0	2	2
	D/H totales/aplicación	12	16	16	12	0	12	12
	Costo de D/H (U\$/ha)	2.46	2.46	2.46	2.46	0	2.46	2.46
	C.V Total de M.O (U\$)	29.52	39.36	39.36	29.52	0	29.52	29.52
6	C.T VARIABLES (U\$)	313.08	184.8	121.76	65.88	0	155.52	181
7	INGRESO NETO U\$	891.4	1176.13	1275.89	739.3	1378.38	1034.13	978.21

Tasa de cambio: C\$16.40 * U\$1 Precio de 25 kg (una cajilla): C\$ 130

5.3.1.1 Análisis de dominancia

Partiendo del Benomil como tratamiento base por presentar los menores costos variables y por ende el primer tratamiento no dominado, es notable el incremento del beneficio neto con Mancozeb, resultando este un no dominado (Cuadro 8), con la excepción de los demás, los cuales resultaron dominados por tener costos variables altos y beneficios netos bajos que del todo no recompensan la inversión, por lo tanto estos tratamientos fueron excluidos del cálculo de la tasa de retorno marginal.

Es importante señalar que el testigo fué eliminado de este análisis, por no experimentar ningún costo variable (cuadro 7) y aquí lo que se necesita es elegir los mejores tratamientos de acuerdo a sus beneficios netos con un orden creciente de los costos que varían.

Cuadro 8 Análisis de dominancia para los tratamientos en estudio, estimados en dólares US\$ (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa, 2004)

No Tra	Descripción	Costos variables totales US\$/ha	Beneficios Netos US\$/ha	Decisión
4	Benomil	65.88	739.3	No dominado
3	Mancozeb	121.76	1275.89	No dominado
6	Phyton	155.52	1034.13	Dominado
2	Alternado	181	978.21	Dominado
7	Clorotalonil	184.8	1176.13	Dominado
1	Curzate	313.08	891.4	Dominado

5.3.2 Análisis de Retorno Marginal

Considerando únicamente a los tratamientos no dominados, se puede afirmar que al aplicar Mancozeb en lugar de Benomil, se incrementan los costos en \$ 55.88 dólares; pero consigo aumenta una tasa marginal de 960.25 %; esto indica que por cada dólar que el agricultor invierta en aplicar Mancozeb, recuperará su dólar y obtendrá adicional 9.60 dólares, por lo tanto la inversión en esta alternativa, será rentable para el productor. Considerando los costos marginales y sus respectivas tasas marginales de cada tratamiento se concluye que la opción de mayor rentabilidad para el control de enfermedades presentes en el cultivo (*A. solani* y *X. campestris*), es Mancozeb, cualquier otra opción que implique la aplicación de los otros productos evaluados no es justificable su utilización (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de retorno marginal de los beneficios netos y costos variables, para los tratamientos no dominados en el estudio (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

No Tra	Descripción	Costo variable U\$/ha	Costo marginal U\$/ha	Beneficio neto U\$/ha	Beneficio Neto Marginal U\$/ha	Tasa de Retorno Marginal (%)
4	Benomil	65.88	----	739.3	----	----
3	Mancozeb	121.76	55.88	1275.89	536.59	960.25

5.3.3 Análisis de retorno mínimo

Partiendo de los resultados obtenidos del presupuesto parcial, tomando en cuenta los rendimientos mínimos (Cuadro 10), en las condiciones de peores rendimientos, el mayor beneficio neto lo alcanzó Alternado con U\$ 580.31 y con un respectivo costo variable de U\$ 181 que relacionándolo con Clorotalonil y Mancozeb, estos alcanzaron los menores beneficios netos, aunque presentaron los menores costos variables (Cuadro 10)

Cuadro 10. Presupuesto parcial (de rendimientos mínimos) de los beneficios netos y costos variables en dólares según cada tratamiento estimados en base a una hectárea (Sébacko – Matagalpa, época lluviosa 2004)

No	Descripción	Curzate (T1)	Clorotalonil (T2)	Mancozeb (T3)	Benomil (T4)	Testigo (T5)	Phyton (T6)	Alternado (T7)
1	Rendimiento mínimo kg/ha	1575.2	594.8	627.5	771.2	2209.2	745.1	2379.1
2	Precio/kg (U\$)	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
3	INGRESO BRUTO (U\$)	504.064	190.336	200.8	246.784	706.944	238.432	761.312
4	COSTOS VARIABLES (C.V)							
4.1	C.V para insumo							
	Precio de fungicida (U\$)	23.63	9.09	5.15	12.12	0	42	23.63+9.09+5.15
	Cantidad de fungicida	12kg	16lit	16kg	3kg	0	3lit	4kg+4L+4kg
	C.V Totales de fungicidas	283.56	145.44	82.4	36.36	0	126	151.48
4.2	C.V de M.O							
	No de aplicaciones	6	8	8	6	0	6	6
	D/H por aplicación	2	2	2	2	0	2	2
	D/H totales/aplicación	12	16	16	12	0	12	12
	Costo de D/H (U\$/ha)	2.46	2.46	2.46	2.46	0	2.46	2.46
	C.V Total de M.O (U\$)	29.52	39.36	39.36	29.52	0	29.52	29.52
	C.T VARIABLES (U\$)	313.08	184.8	121.76	65.88	0	155.52	181
5	INGRESO NETO U\$	190.984	5.536	79.04	180.904	706.944	82.912	580.31

Tasa de cambio: C\$16.40 * U\$1

Precio de 25 kg (una cajilla): C\$ 130

Cuadro 11. Análisis de dominancia del retorno mínimo para los tratamientos en estudios estimados en U\$ (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa, 2004)

No. Tra	Descripción	Costos totales variables U\$/ha	Beneficios netos U\$/ha	Decisión
4	Benomil	65.88	180.90	No dominado
3	Mancozeb	121.76	79.04	Dominado
6	Phyton	155.52	82.912	Dominado
2	Alternado	181	580.31	No dominado
7	Clorotalonil	184.8	5.54	Dominado
1	Curzate	313.08	190.98	Dominado

Los resultados que arrojó este análisis, indica que solo Benomil y Alternado son los tratamientos que mantienen su factibilidad en los peores rendimientos del cultivo, siendo estos no dominados por sus mayores beneficios netos. A continuación se realizará el análisis de la tasa de retorno mínimo, donde se identificará el mejor tratamiento en las peores condiciones de rendimiento (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de retorno marginal mínimo de los beneficios netos y costos variables, para los tratamientos no dominados en el estudio (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

No Tra	Descripción	Costo variable U\$/ha	Costo variable marginal U\$/ha	Beneficio neto U\$/ha	Beneficio neto marginal U\$/ha	Tasa mínima de retorno %
4	Benomil	65.88	----	180.90	----	----
7	Alternado	181	115.12	580.31	339.41	246.95

En condiciones de bajo rendimiento (Cuadro 11) resultan no dominados, como ya lo decíamos los tratamientos Benomil y Alternado; lo que significa que Mancozeb en estas condiciones pierde la validez de su uso determinado en el análisis de retorno marginal mínimo, pasando a ser un tratamiento dominado por los bajos beneficios en comparación con los costos variables y junto con el los demás tratamientos dominados que por las mismas razones del anterior son descartados. Tomando en cuenta esta consideración, la alternativa

recomendada en el cuadro 9, ya no sigue ofreciendo garantía, que en términos económicos sean rentables para el productor, por lo tanto en esta situación quien toma el lugar de Mancozeb es el tratamiento Alternado, por que aun con rendimientos bajos es el único que mantiene rentabilidad para los productores, con una tasa marginal de 246.95 % adicional; es decir que el productor por cada dólar que invierta en usar este tratamiento, recupera su dólar y obtendrá U\$ 2.46 adicionales.

5.3.4 Análisis de sensibilidad

Este análisis se realizó, variando el precio del producto cosechado (un 50 % menos y en un 50 % mas) y de los costos de los fungicidas (un 10 % más y un 10 % menos), tomando en consideración la recomendación original (Cuadro 9).

Cuadro 13. Variación de los precios del tomate y del fungicida en un rango de aumento y disminución con referencia a la recomendación original (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

Tra.	TRM 0 %	TRM 1 %	TRM 2 %	TRM 3 %	TRM 4 %	TRM 5 %
Benomil	----	----	----	----	----	----
Mancozeb	960.25	1490.37	430.14	879.56	388.06	198

TRM 0: El precio del tomate y el de los fungicidas permanecen igual (Cuadro 7)

TRM 1: El precio del tomate aumenta en un 50 % y los precios de los fungicidas permanecen iguales

TRM 2: El precio del tomate disminuye en 50 % y los fungicidas mantienen su precio original.

TRM 3: El precio del tomate permanece igual (Cuadro 7) y el de los fungicidas aumenta en un 10 %

TRM 4: El precio del tomate aumenta en 50 % y el de los fungicidas en un 10 %

TRM 5: El precio del tomate disminuye en 70 % y el de los fungicidas permanece igual

Al aumentar el precio del tomate en un 50 % más de su precio original y al no variar los precios de los fungicidas, la recomendación del Mancozeb sigue teniendo validez económica; ya que su TRM resultaría de 1490.37 %, que comparada con la original, esta la supera en 530.12 % adicional. Siguiendo con el análisis de los resultados, al variar el precio del tomate, disminuyéndolo en un 50 % y que los precios de los fungicidas permanezcan estables, esto produce una disminución en la TRM con 530.11% menos de lo estipulado en TRM original (960.25%); sin embargo en este caso el productor todavía conserva ganancias y por lo tanto valdría la pena seguir aplicando el producto recomendado.

Además de observar como cambian los márgenes de ganancias haciendo variar el precio del tomate, también es importante ver como responde la recomendación ante las variaciones del precio de los fungicidas que es lo que más encarece en este caso los costos de producción. Si el precio de los fungicidas aumentan en 10 %, todavía la aplicación de Mancozeb sigue siendo justificada por tener una TRM aproximada a la original con 80.69 % de diferencia, por otra parte si el precio del tomate aumenta junto con el de los fungicidas la tasa de retorno marginal justifica todavía la inversión.

Considerando que el precio del tomate varía constantemente en el mercado, es importante reconocer hasta que momento el precio del tomate puede disminuir, donde el productor por lo menos pueda recuperar su inversión, entonces tomando en cuenta esta consideración se observa que aún disminuyendo el precio en un 70% el productor recupera su dólar invertido (y genera U\$ 1.98 adicionales.

Podemos afirmar que la aplicación de Mancozeb bajo las diferentes consideraciones antes estipuladas, se mantiene válida, ante un aumento del precio del tomate, como también en una disminución del mismo, así como también variando el precio del fungicida en un 10 % del costo original.

VI. CONCLUSIONES

- En el presente estudio las enfermedades que se presentaron en el cultivo fueron tizón temprano (*Alternaria solani*) y mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris pv vesicatoria*).
- Los tratamientos más efectivos en el manejo de *Alternaria* en follaje fueron Clorotalonil y Alternado y los que presentaron mejor efecto en el manejo de bacteriosis en follaje fueron Phyton y Benomil.
- El mayor peso de frutos buenos se obtuvo con los tratamientos preventivos (Clorotalonil y Mancozeb) con 4789.2 kg/ha
- El menor peso de frutos dañados por *Alternaria solani* se obtuvo con los tratamientos preventivos (Clorotalonil y Mancozeb) 40.85 kg/ha y los más altos con los sistémicos 718.19 kg ha⁻¹.
- El menor peso de frutos dañados por *Xanthomonas campestris pv vesicatoria* se obtuvo con los tratamientos Sistémicos (Phyton, Curzate, Benomil) con 178.65 kg/ha y los mas altos con los preventivos 246.81 kg/ha
- El mayor rendimiento real se obtuvo con los tratamientos preventivos con 5658.56 kg /ha.
- Mancozeb es el tratamiento rentable por generar una TRM de 960.25%.
- En condiciones de bajos rendimientos, el tratamiento rentable es el Alternado con una TRM mínima de 246.95%.
- Considerando que el precio del tomate varía constantemente en el mercado, al disminuir su precio original en un 70 %, el productor obtiene una TRM de 1.98%.

VII. RECOMENDACIONES

- Introducir un nuevo cultivar de mayor tolerancia a virosis con la finalidad de ver el efecto de los mismos tratamientos en el manejo de enfermedades, ya que el efecto de estos se vió enmascarado porque el cultivar utilizado fue severamente afectado por virosis.
- Tomando en cuenta los resultados obtenidos del análisis económico, aplicar Mancozeb a razón de 2 kg/ha es una de las mejores alternativas económicamente rentable para el productor ya que con este se obtuvo una TRM de 960.25%.
- Evaluar estos productos en otro piso ecológico con el propósito de determinar su eficacia en el manejo de *Alternaria solani*.
- Llevar a cabo la validación de los tratamientos evaluados con el objetivo de seleccionar el mejor o los mejores tratamientos rentables para el uso de los productores.
- En estudios futuros incluir otros ingredientes activos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AGRIOS J. 1996. Fitopatología. Segunda Edición. Editorial LIMUSA. México, D.F. Pág 656-662.
- ANDERSON P., CHAVARRIA A., GUHARAY F. 1992 Memoria de taller nacional de Mosca Blanca. Managua, Nicaragua. Pág. 6-9.
- ARAUZ, C. 1998. Fitopatología un enfoque agroecológico. Primera edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José Costa Rica. Pág. 333
- ARREAZA, J. Y HERNÁNDEZ, M. 2001. Evaluación de Asoxystrobin en el control de la candelilla temprana (*Alternaria solani* Elli y Martín). http://www.revfacagronluz.org/re/PDF/abril_junio2001/ra2012.pdf. Pág. 107
- CARRASCO, R Y ALTAMIRANO, A. 1996. Efecto de Clorotalonil y Cobre sobre *Alternaria Solani* en el cultivo del tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Managua, Nicaragua. Pág. 48
- CASTAÑO, Z. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. Tercera edición. Escuela Agrícola Panamericana. Departamento de protección vegetal. El Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. Pág. 197-198.
- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO (CIMMYT), 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México. 77 Pág.
- CENTRO EXPERIMENTAL DEL VALLE DE SÉBACO. 2004. Datos climáticos de la zona T^o, PP y HR
- CENTRO AGRONÓMICO TRÓPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE), 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. Turrialba, Costa Rica. Pág. 82-84.

- CHAVARRIA M. 2004. Evaluación de cinco líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en relación al complejo mosca blanca – geminivirus bajo infecciones naturales en la zona del Pacífico de Nicaragua. Managua. Pág. 18,19 y 20.
- CLEWER A, Y SCARISBRICK D. 2002. Practical Statistics and Experimental Design for Plant and Crop Science. Pág. 213
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA), 2004. Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo del Tomate. Primera edición. Pág.3, 12.
- INFORMACION PROFESIONAL ESPECIALIZADA (IPE) 1999. Vademécum Agrícola: agroquímicos y semillas 1ª. Edición, México DF. Pág. 177,194, 310, 729, 879.
- JONES, J. B. 2001. Plagas y Enfermedades del Tomate. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. Pág. 27.
- KRANZ J, THEUNISSEN J, BECKER – RATERINK S.1994. Vigilancia y Pronosticos en la Proteccion Vegetal. Pág 67
- MESSIAEN, C. M., BLANCARD, D., ROUXEL, F., LAFON, R. 1995. Enfermedades de las hortalizas. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. Pág. 53, 175-180.
- MENDOZA, C. Y PINTO, C. 1985 Principios de Fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. Pág. 256-257.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD 2003. Cultivando tomate con menos riesgos. Primera Edición. Managua, Nicaragua. Pág. 3.
- PÉREZ, Y. 2001. Defensa de las plantas cultivadas. Primera edición. España .Pág.286-287.
- RAPPACCIOLI Mc GREGOR (RAMAC).1999. Vamedecum de Productos. Managua, Nicaragua. Pág. 11 – 14.

- REYES M. 2002. Análisis Económico de Experimentos Agrícolas con Presupuesto Parcial:
Re – enseñando el uso de este enfoque . Revista La Calera. Managua, Nicaragua. Pág. 40
- 48.
- RIVERA, C. G.1999 Conceptos Introductorias a la Fitopatología. Primera edición. Editorial
EUNED. San José, Costa Rica. Pág. 81.
- RODRÍGUEZ R., TABARES J. M., MEDINA J. A. 1997 Cultivo Moderno del Tomate.
Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pág. 152, 154.
- ROJAS, A; KVARNHEDEN A Y VALCOMEN J 2000 Geminiviruses infesting tomato
crop in Nicaragua. Plant. Dis 89.
- WALKER, J. CH. 1965. Patología Vegetal. Tercera Edición. Ediciones OMEGA. Barcelona.
Pág. 321,322, 323.

ANEXOS

Anexo 1. Comparación de valores medios (%) para la variable severidad de tizón temprano (*Alternaria solani*) en follaje por tratamiento evaluado. (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

Tratamiento	Días después del trasplante					
	38 DDT	46 DDT	54 DDT	62 DDT	70 DDT	78 DDT
Curzate	0 a	2.35 a	5.80 a	10.85 ab	42.87 ab	48 ab
Clorotalonil	0.05 a	0.82 a	4.85 a	5.52 b	27.25 b	30.87 b
Mancozeb	0.55 a	2.47 a	6.67 a	8.70 ab	46.00 ab	50.62 ab
Benomil	0.05 a	0.72 a	2.72 a	8.50 ab	53.25 a	66.25 a
Testigo	0.05 a	1.25 a	5.37 a	12.40 ab	56.87 a	63.75 a
Phyton	1 a	4.82 a	13.35 a	15.67 a	55.12 a	61.75 a
Alternado	0.05 a	1.37 a	4.10 a	6.32 ab	37.25 ab	47.37 ab
CV	105.94	68.95	51.2	23.99	16.16	15.29
R²	0.37	0.35	0.41	0.52	0.60	0.60
Pr:	0.5070	0.35	0.21	0.04	0.009	0.006
D.M.S	1.8662	6.14	12.76	9.97	25.18	27.46

Anexo 2. Comparación de valores medios (%) para la variable severidad de mancha bacteriana (*Xanthomona campestris*) por tratamiento evaluado. (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa Época lluviosa 2004)

Tratamiento	Días después del trasplante		
	62 DDT	70 DDT	78 DDT
Curzate	9.87 a	28.62 a	43.75 ab
Clorotalonil	15.52 a	40.37 a	52 a
Mancozeb	17.55 a	32.5 a	41.25 ab
Benomil	10.8 a	33 a	35.62 ab
Testigo	23.02 a	36.4 a	43.75 ab
Phyton	13.5 a	20.55 a	23.37 b
Alternado	15.95 a	33.37 a	48.25 a
CV	33.93	20.87	16.04
R ²	0.55	0.38	0.64
Pr:	0.45	0.30	0.02
D.M.S	20.70	25.58	24.25

Anexo 3. Comparación de valores medios (%) para la variable severidad de Virosis. (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

Tratamiento	Días después del trasplante							
	23 DDT	31 DDT	39 DDT	47 DDT	55 DDT	63 DDT	71 DDT	79 DDT
Curzate	0.00 a	24.43 a	38.72 a	65.13 a	78.70 a	86.75 a	95.37 a	94.25 a
Clorotalonil	12.13 a	22.86 a	32.7 a	58.13 a	72.58 a	76.95 a	85.37 a	91.00 a
Mancozeb	5.00 a	19.26 a	30.12 a	53.88 a	69.38 a	80.25 a	87.62 a	91.75 a
Benomil	15.10 a	29.76 a	35.60 a	54.88 a	63.38 a	71.12 a	89.25 a	95.87 a
Testigo	0.65 a	11.90 a	22.27 a	47.88 a	61.50 a	70.75 a	87.25 a	93.00 a
Phyton	5.00 a	18.80 a	28.17 a	57.38 a	66.63 a	75.62 a	92.75 a	96.50 a
Alternado	3.00 a	19.12 a	32.75 a	59.13 a	72.50 a	79.12 a	86.75 a	89.62 a
CV	104.09	36.06	19.32	18.46	16.61	16.12	10.85	8.67
R ²	0.5	0.34	0.38	0.24	0.40	0.40	0.34	0.31
Pr:	0.19	0.47	0.46	0.79	0.66	0.86	0.5	0.42
D.M.S	19.86	26.43	25.05	35.09	33.32	31.713	17.60	11.56

Anexo 4. Significancia estadística en los contrastes ortogonales de los grupos conformados y variables evaluadas. (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004).

Contrastes ortogonales	Variables evaluadas			
	RFBU	RFALT	RFBAC	RR
Sist. vs Prev	0.06	0.01	0.27	0.02
Sist. vs Tes	0.34	0.64	0.92	0.04
Sist vs Alt.	0.64	0.03	0.90	0.88
Prev vs Alt.	0.31	0.96	0.47	0.06
Prev vs Tes	0.58	0.02	0.46	0.002
Tes vs Alt.	0.68	0.04	0.98	0.11

Si el Pr = 0.05 es significativo (8 = 0.05), de lo contrario no es significativo (Pr > 0.05)

RFBU: Rendimiento de frutos buenos

RFALT: Rendimiento de frutos afectados por *Alternaria*

RFBAC: Rendimiento de frutos afectados por bacteria (*Xanthomonas campestris*)

RR: Rendimiento real

Anexo 5. Comparación de medias de los grupos evaluados mediante contrastes ortogonales.
(Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004).

Variables	Grupos evaluados	Medias kg ha⁻¹
RFBU	Sistémicos vs Preventivos	3703.16 vs 4789.2
	Sistémicos vs Testigo	3703.16 vs 4375.8
	Sistémicos vs Alternado	3703.16 vs 4026.1
	Preventivos vs Alternado	4789.2 vs 4026.1
	Preventivos vs Testigo	4789.2 vs 4375.8
	Testigo vs Alternado	4375.8 vs 4026.1
RFALT	Sistémicos vs Preventivos	718.19 vs 40.85
	Sistémicos vs Testigo	718.19 vs 135.01
	Sistémicos vs Alternado	718.19 vs 39.21
	Preventivos vs Alternado	40.85 vs 39.21
	Preventivos vs Testigo	40.85 vs 135.01
	Testigo vs Alternado	135.01 vs 39.21
RFBAC	Sistémicos vs Preventivos	178.65 vs 246.81
	Sistémicos vs Testigo	178.65 vs 186.28
	Sistémicos vs Alternado	178.65 vs 187.91
	Preventivos vs Alternado	246.81 vs 187.91
	Preventivos vs Testigo	246.81 vs 186.28
	Testigo vs Alternado	186.28 vs 187.91
RR	Sistémicos vs Preventivos	5011.1 vs 5658.56
	Sistémicos vs Testigo	5011.1 vs 3009.3
	Sistémicos vs Alternado	5011.1 vs 4974.8
	Preventivos vs Alternado	5658.56 vs 4974.8
	Preventivos vs Testigo	5658.56 vs 3009.3
	Testigo vs Alternado	3009.3 vs 4974.8

RFBU: Rendimiento de frutos buenos

RFALT: Rendimiento de frutos afectados con *Alternaria*

RFBAC: Rendimiento de frutos afectados con bacteria (*Xanthomonas campestris*)

RR: Rendimiento real



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Agronomía
Departamento de Protección Agrícola y Forestal

Managua, 27 de Octubre del 2004.

Análisis Patológico.
Cultivo del Tomate (*Lycopersicon esculentum*)

- **VARIEDAD:** Butte
- **EMPRESA:** INTA / Sébaco

En hojas y frutos se identificó al género de bacterias *Xanthomonas campestris*.pv *vescicatoria*. Los síntomas encontrados en estas muestras corresponden: en hojas a manchas pequeñas con apariencia grasienta que posteriormente se transforma necrótica. En frutos también se observaron manchas necróticas rodeadas de un halo amarillo con apariencia costrosa.

Atentamente,

Ing. Yanet Gutiérrez Gaitán
Laboratorio de Micología

Cc: Archivo

Managua Km. 12½ Carretera Norte
Telefax: 2632609
Tel. 2331473 Ext. 202

Apartado Postal 453
dpaf@fagro.una.edu.ni
www.una.edu.ni



*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*

*Universidad Nacional Agraria
Facultad de Agronomía
Departamento de Protección Agrícola y Forestal*

Managua, 27 de Octubre del 2004.

**Análisis Patológico.
Cultivo del Tomate (*Lycopersicon esculentum*)**

- **VARIEDAD:** Butte
- **EMPRESA:** INTA / Sébaco

El agente causal identificado en el análisis de hojas que presentaban manchas necróticas (tizón), corresponde al género de hongos *Alternaria solani*

Atentamente,

Ing. Yanet Gutiérrez Gaitán
Laboratorio de Micología

Cc: Archivo

Anexo 8. Método de evaluación de severidad para manchas foliares basada en British Mycological Society

No Escala	% de daño	Área foliar con manchas
0	0 – 0	Toda el área foliar de la planta sin manchas
1	0.1 – 5	De 5 a 10 manchas en el área foliar
2	6 – 10	1/4 de la planta se encuentra afectada
3	11 – 25	1/3 de la planta se encuentra afectada
4	26 – 50	1/2 de la planta se encuentra afectada
5	51 – 75	El 75% de toda la planta se encuentra afectada
6	76 - 100	Todas las hojas muertas. Tallos muertos o muriendo

Anexo 9. Escala visual para medir severidad de Virosis en tomate (Ioannou, 1985)

Grados	Porcentaje %	Caracterización
0	0	Sin síntomas (planta sin efecto fisiológico o morfológico debido a Geminivirus)
1	25	Leve (Síntomas mínimos en hojas superiores)
2	50	Moderado (Clorosis Marginal e intervenal persistentes en hojas superiores sin efecto aparente en el crecimiento de la planta)
3	75	Fuerte (Síntomas típicos de hojas rugosas amarilla, evidente reducción del crecimiento de la planta)
4	100	Muerte (cese de los procesos fisiológicos y morfológicos de la planta)

Anexo 10. Diseño estadístico del experimento en el campo. (Finca Surco Muerto, Sébaco – Matagalpa. Época lluviosa 2004)

T2	T7	T4	T1	T6	T3	T5	IV
T4	T3	T1	T7	T5	T2	T6	III
T7	T5	T6	T2	T4	T1	T3	II
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	I

Descripción de los tratamientos

- T1: Curzate
- T2: Clorotalonil
- T3: Mancozeb
- T4: Benomil
- T5: Testigo absoluto
- T6: Phyton
- T7: Alternado (Curzate + Clorotalonil + Mancozeb)