



Instituto Nacional Autónomo de
Investigaciones Agropecuarias



Programa de Modernización
de Servicios Agropecuarios

**Comportamiento y cambios de incidencia y severidad de las enfermedades
“nudo de la raíz”, “mancha negra del tronco” y “tizón tardío” del tomate
de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav. Sendt), en relación a factores
ambientales y culturales, en Valle Hermoso (Tungurahua)
y Atuntaqui e Intag (Imbabura), Ecuador.**

JORGE REVELO; ELOY MORA; FRANKLIN VALVERDE;
ANIBAL MARTÍNEZ¹, OCTAVIO BELTRÁN²

RESUMEN

REVELO J., MORA E., VALVERDE F., MARTÍNEZ A., OCTAVIO BELTRÁN 2004. Comportamiento y cambios de incidencia y severidad de las enfermedades nudo de la raíz, mancha negra del tronco y tizón tardío del tomate de árbol, en relación a factores ambientales y culturales, en Valle Hermoso (Tungurahua) y Atuntaqui e Intag (Imbabura), Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, E. E. Santa Catalina. Quito, Ecuador.

El propósito de este estudio fue generar conocimientos básicos sobre la epidemiología de estas enfermedades, para lo cual se planteó alcanzar los siguientes objetivos: 1) Determinar el comportamiento de la población del nematodo *Meloidogyne incognita*, en el sistema de producción de tomate de árbol del agricultor; 2) Determinar la posible relación entre la incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío, con factores climáticos de precipitación, humedad relativa y temperatura; 3) Determinar la posible relación entre la incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío, con densidades de siembra y niveles de fertilización. Para alcanzar los objetivos propuestos se instalaron tres ensayos, uno en la zona de Valle Hermoso-Tungurahua, otro en la localidad de Atuntaqui-Imbabura y posteriormente el tercero en la zona húmeda de Intag, Cotacachi, Imbabura, para lo cual se aprovechó un ensayo del Proyecto FONTAGRO sobre evaluación del efecto de densidades de siembra y niveles de fertilización en el rendimiento. Se registraron las variables: dinámica de la población de nematodos, incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío en porcentaje y el rendimiento en t/ha. Además se consideraron las variables precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C). Según los resultados parciales obtenidos y bajo las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo del cultivo de tomate de árbol en los experimentos de campo, se señalan las siguientes conclusiones: Es factible mantener la población del nematodo *M. incognita* a niveles bajos mediante aplicaciones de Carbofuran cada tres a cuatro meses, sin embargo, se establece la necesidad de identificar alternativas más amigables para remplazar a Carbofuran que es muy tóxico. En las zonas de Valle Hermoso-Tungurahua y Atuntaqui-Imbabura, las condiciones climáticas de sequía fueron desfavorables para el desarrollo de las enfermedades mancha negra, tizón tardío y del cultivo. En la localidad de Intag-Imbabura, el desarrollo de las dos enfermedades en relación a los cambios en incidencia y severidad, dependió de la precipitación. En la misma localidad, las densidades de siembra y los niveles de fertilización probados, no influyeron en la incidencia y severidad de las dos enfermedades. Los datos parciales de cosecha obtenidos en esta zona, muestran que los mejores rendimientos totales y de primera categoría, tanto en número de frutos como en kg/ha, se obtienen con la densidad de siembra d1 (3620 plantas/ha) y con los niveles de fertilización f2 (50% de la recomendación) y f3 (100% de la recomendación).

Palabras claves adicionales: Epidemiología, mancha negra del tronco, tizón tardío, nudo de la raíz.

¹ Respectivamente: Ing. Agr. M. Sc., Ing. Agr., Ing. Agr. M. Sc., Ing. Agr. E.E. Santa Catalina. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, A. A. 17-01-340. Quito, Ecuador.

² Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato.

INTRODUCCIÓN

Considerando la importancia de las enfermedades nudo de la raíz, mancha negra del tronco y tizón tardío del tomate de árbol, por las pérdidas económicas que causan a los agricultores y por la demanda de capacitación de nuevas alternativas de control, se decidió realizar el presente estudio, cuyo propósito fue generar conocimientos básicos sobre la epidemiología de estas enfermedades, los mismos que constituirán una herramienta básica para el desarrollo e implementación de sistemas de manejo integrado de las mismas.

La epidemiología se refiere al estudio del comportamiento de las enfermedades en el tiempo y es el resultado de la interacción entre poblaciones del hospedero, poblaciones del patógeno, factores climáticos y las interferencias del hombre (prácticas culturales y sanitarias), que al final determinan la incidencia y severidad de las mismas (Sutton, 2000).

Está bien documentado que la gran mayoría de las epifitias fungosas en plantas, se encuentran asociadas con ciertos elementos meteorológicos y biológicos prevalentes en la zona de cultivo. De manera general, los elementos meteorológicos que inciden son: precipitación, humedad relativa, temperatura y evaporación, y como factor biológico, los estados fenológicos de la planta. Estos factores, en conjunto, influyen directamente sobre el incremento del patógeno, que en un tiempo determinado originará una epifitia (INIAP, 1982).

El conocimiento científico de las enfermedades, permite optimizar el control de las mismas, al tomar decisiones oportunas para prevenir el desarrollo de patógenos ante la llegada inminente de un período infeccioso y de esta manera evitar daños futuros.

Por lo anotado, este estudio persiguió los siguientes objetivos:

1. Determinar el comportamiento de la población del nematodo *Meloidogyne incognita*, en el sistema de producción de tomate de árbol del agricultor.
2. Determinar la posible relación entre la incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío, con factores climáticos de precipitación, humedad relativa y temperatura.
3. Determinar la posible relación entre la incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío, con densidades de siembra y niveles de fertilización.

Cabe destacar que como factor de riesgo que afectaría la obtención de los objetivos indicados, se consideró a las condiciones climáticas que se presenten durante el desarrollo de los ensayos, que no sean adecuadas para el progreso de las enfermedades en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar los objetivos propuestos, en primera instancia se instalaron dos ensayos, uno en la zona de Valle Hermoso-Tungurahua y otro en la localidad de Atuntaqui-Imbabura, zonas donde se registró una alta incidencia de las enfermedades mancha negra y nudo de la raíz, en el año 2000. Posteriormente, debido a condiciones de sequía registrada en el año 2002 y que impidió el desarrollo de las enfermedades mancha negra y tizón tardío en las dos zonas, se decidió realizar el mismo estudio en la zona húmeda de Intag, cantón Cotacachi de la provincia de Imbabura, para lo cual se aprovechó un ensayo del Proyecto FONTAGRO sobre evaluación del efecto de densidades de siembra y niveles de fertilización en el rendimiento, en el cual se tomaron datos adicionales de incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío.

Valle Hermoso-Patate-Tungurahua

En esta localidad se seleccionaron tres lotes vecinos de los agricultores (como repeticiones), con una superficie de 450 m² cada uno y un total de 1350 m² del ensayo. Este ensayo se estableció en enero del 2002 con el ecotipo amarillo gigante, sembrado a 1.5 m entre planta y 2 m entre hilera para un total de 163 plantas. En la diagonal de cada lote se marcaron 10 plantas al azar, en las cuales se registraron datos de las siguientes variables: dinámica de la población de nematodos, incidencia y severidad de la enfermedad mancha negra en porcentaje y el rendimiento en t/ha. Además se consideraron las variables precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C).

Atuntaqui-Imbabura

En esta zona se seleccionó un lote de 1500 m² de un agricultor, el cual se lo subdividió en tres sublotes de 500 m² (repeticiones). Cada sublote constó de 181 plantas sembradas a una distancia de 1.5 entre planta y 2 m entre hilera con el ecotipo gigante amarillo. De manera similar que en el ensayo anterior, en la diagonal de cada sublote se marcaron 10 plantas al azar, en las cuales se registraron datos de las variables: dinámica de la población de nematodos, incidencia y severidad de la enfermedad mancha negra en porcentaje y rendimiento en t/ha. También se consideraron las variables precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C).

Intag-Imbabura

En la comunidad de Intag, ubicada a 1800 msnm, se utilizó un ensayo sobre evaluación del efecto de tres distancias de siembra (Fotos 1, 2 y 3) y cuatro niveles de fertilización en el desarrollo del cultivo y el rendimiento (Cuadro 1). El ensayo fue establecido con el eco-tipo amarillo gigante y, al momento de iniciar este estudio, las plantas del ensayo tenían cuatro meses de edad.

El diseño utilizado fue de parcelas divididas con tres repeticiones. En la parcela grande se ubicó el factor distancias de siembra y en las parcelas pequeñas los niveles de fertilización.

En la parcela neta se marcaron ocho plantas al azar, en las cuales se registraron las siguientes variables: dinámica de la población de nematodos, incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío en porcentaje y el rendimiento en t/ha. El registro de datos de estas variables se inició en febrero del 2003. Además se consideraron las variables precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para determinar el efecto de tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización sobre el rendimiento del tomate de árbol y la incidencia y severidad de enfermedades. Intag-Imbabura, 2002-2003.

Tratamientos			Significado		
Nº	Código				
1	d1 x f1	2 m x 1.5 m (3620 plantas)	x	25% de la recomendación	
2	d1 x f2	2 m x 1.5m (3620 plantas)	x	50% de la recomendación	
3	d1 x f3	2 m x 1.5 m (3620 plantas)	x	100% de la recomendación	
4	d1 x f4	2 m x 1.5 m (3620 plantas)	x	150% de la recomendación	
5	d2 x f1	2 m x 2 m (2500 plantas)	x	25% de la recomendación	
6	d2 x f2	2 m x 2 m (2500 plantas)	x	50% de la recomendación	
7	d2 x f3	2 m x 2 m (2500 plantas)	x	100% de la recomendación	
8	d2 x f4	2 m x 2 m (2500 plantas)	x	150% de la recomendación	
9	d3 x f1	3 m x 2.5 m (1333 plantas)	x	25% de la recomendación	
10	d3 x f2	3 m x 2.5 m (1333 plantas)	x	50% de la recomendación	
11	d3 x f3	3 m x 2.5 m (1333 plantas)	x	100% de la recomendación	
12	d3 x f4	3 m x 2.5 m (1333 plantas)	x	150% de la recomendación	

Métodos de evaluación

La dinámica de la población del nematodo, se realizó tomando muestras de suelo a la siembra para conocer la población inicial (Pi) y luego a intervalos de tres meses, para lo cual se tomaron muestras de suelo del área de goteo a 30 cm de profundidad mediante un barreno. La población de nematodos se extrajo mediante el método del elutriador de Oostembrink más filtro de algodón citada por Van Eck et. al. (1984) y se expresó en nematodos/100 cc de suelo.

En las localidades de Valle Hermoso y Atuntaqui se realizaron evaluaciones mensuales de incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío. Para el caso de la localidad de Intag, las lecturas se realizaron cada dos meses y la incidencia de las enfermedades mancha negra y tizón tardío, se determinó registrando el número de plantas de la parcela neta que presentaron síntomas característicos de las mismas y el número de plantas sanas, para luego calcular el porcentaje de incidencia. La severidad de mancha negra se determinó visualmente estimando el porcentaje de la superficie del tallo afectada por manchas o canchales, hasta la primera bifurcación. Para el caso de tizón tardío, se estimó visualmente el porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad mediante una escala arbitraria de 1 a 100, donde 1 = planta sana y 100 = planta muerta.

Con los datos de incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío, se elaboraron curvas de crecimiento de las mismas y se realizaron correlaciones con datos de precipitación, especialmente para la zona de Intag donde se presentaron las dos enfermedades.

El registro de datos meteorológicos de precipitación, humedad relativa y temperatura, se consideró la información de estaciones meteorológicas cercanas a los sitios donde se instalaron los ensayos.

En cuanto al rendimiento, en cada cosecha se registró el número de frutos y su peso en kilogramos por categoría/árbol. Para tal efecto se utilizaron las siguientes categorías: 1) mayor a 110 g; 2) 90 a 109 g; 3) 70 a 89 g; 4) 50 a 69 g; y, 5) menores a 50 g. La suma del peso de los frutos de las diferentes categorías de cada cosecha, dio el rendimiento total de la parcela, la misma que luego fue transformada a kg/ha.

Cabe mencionar que en la zona de Intag-Imbabura, debido a que el objetivo propio del ensayo fue determinar el efecto de densidades de siembra y niveles de fertilización en el rendimiento del tomate de árbol, una vez que las enfermedades mancha negra y tizón tardío aparecieron, fueron controladas mediante aplicaciones parciales de fungicidas específicos, es decir, se permitió la presencia de las mismas, pero se evitó que alcancen niveles nocivos. Para controlar mancha negra se aplicó productos a base de cobre y para tizón tardío, phenilamidas, alternando con Fosetil aluminio y clorotalonil. Las épocas de aplicación se determinaron mediante monitoreo de la incidencia y severidad de las mismas. En el caso de las plagas, se utilizaron insecticidas de contacto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica de la población del nematodo *Meloidogyne incognita*

En los Gráfico 1, 2 y 3 se observa que en las tres zonas, la población del nematodo se mantuvo a niveles bajos debido a la aplicación de Carbofuran cada tres o cuatro meses, sin embargo, a partir de los 18 meses de desarrollo del cultivo, la población registra un incremento significativo, el cual disminuirá por efecto de la última aplicación de Carbofuran, aspecto que no fue posible determinar por la finalización del estudio.

Según los resultados obtenidos, se puede decir que es factible mantener la población del nematodo a niveles bajos mediante aplicaciones de Carbofuran cada tres a cuatro meses, sin embargo, se establece la necesidad de identificar alternativas mas amigables para remplazar a este producto que es muy tóxico.

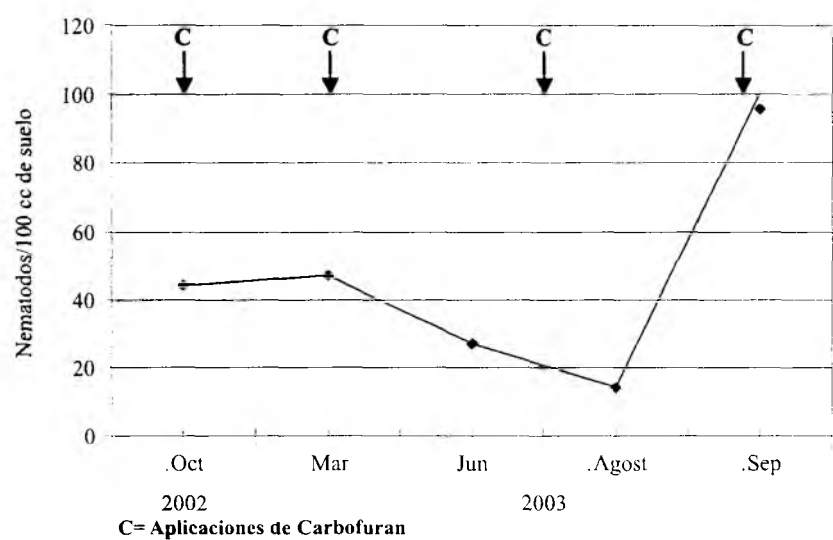


Gráfico 1. Dinámica de la población de *Meloidogyne incognita* en tomate De árbol en Valle Hermoso Tungurahua. 2002-2003.

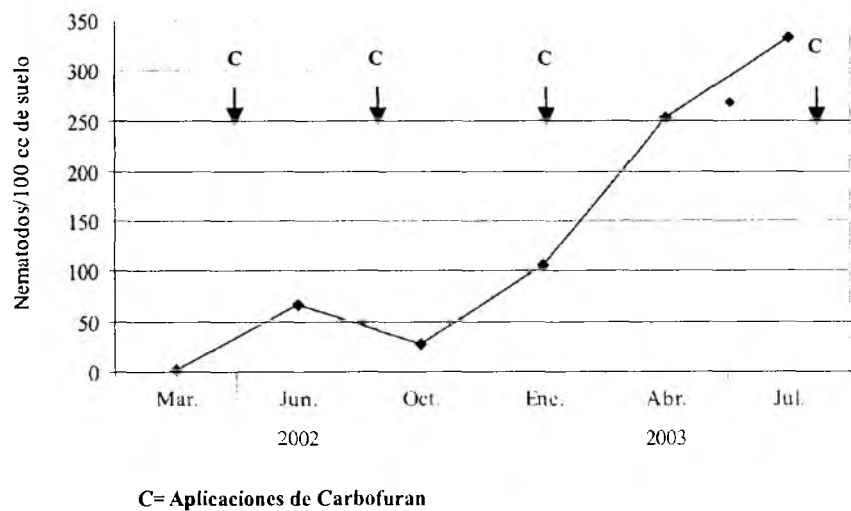


Gráfico 2. Dinámica de la población de *Meloidogyne incognita* en tomate de árbol en Atuntaqui Imbabura. 2002-2003.

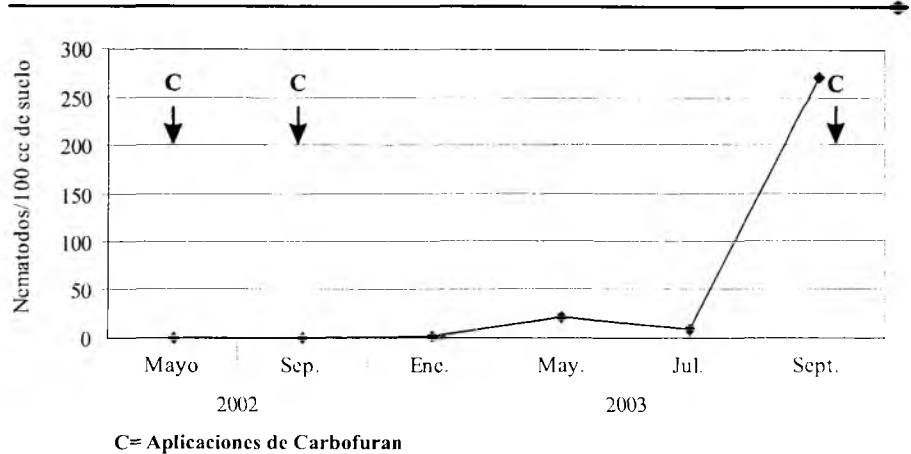


Gráfico 3. Dinámica de la población de *Meloidogyne incognita*, en tomate de árbol en Intag-Imbabura. 2002-2003.

Incidencia y severidad de mancha negra en relación a factores climáticos

En el ensayo ubicado en Valle Hermoso, de marzo del 2002 a octubre del 2003, se tomaron lecturas de incidencia y severidad de la enfermedad mancha negra. Durante este período no se registró la presencia de la enfermedad. Este fenómeno se asume a un déficit hídrico que no permitió el desarrollo de la misma; así, en el Cuadro 2 donde se presentan datos meteorológicos del año 2000 de la zona de Patate-Tungurahua, época en la que se presentó el fenómeno del niño y se registró una alta incidencia de la enfermedad, se observa una precipitación anual de **820 mm**, siendo los meses más lluviosos mayo y junio con 28 y 21 días de lluvia, en los cuales se registró una precipitación mensual de 215,6 y 106 mm, respectivamente. En este año también se registró una temperatura promedio de 12,3 °C y una humedad relativa de 96%. En cambio, en los años 2002 y 2003, se registró una precipitación anual de **583 y 631 mm**, respectivamente (Cuadro 3), determinándose un déficit hídrico (sequía). En estos años se registró una temperatura promedio de 18,29 y 17,84 °C, respectivamente, superiores al año 2000. En cuanto a humedad relativa en los mismos años se registran datos promedios de 67,75 y 63,58 %, respectivamente, valores inferiores a los registrados en el año 2000 (Cuadro 3). Estos parámetros meteorológicos, se asume como la causa que no permitió la presencia de la enfermedad y que además afectaron el desarrollo normal del cultivo.

Del análisis de la información meteorológica, se deduce que las condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad mancha negra del tronco serían: precipitación anual superior a 820 mm, distribuida en meses con precipitación de 106 a 215 mm, descargados durante 21 a 28 días de lluvia; temperatura entre 11 a 12,3 °C y humedad relativa de 96%.

Cuadro 2. Datos de temperatura, humedad relativa y precipitación de Patate-Tungurahua del año 2000.

MES	TEMPERATURA (°C)	HR (%)	PRECIPITACION		
	Media	Máxima	Cantidad	Precipitación Máxima/24 h.	No. Días Lluvias
ENERO	13,1	95	61,9	14,7	16
FEBRERO	12,1	96	91,1	30,9	17
MARZO	12,4	96	49,1	9,1	24
ABRIL	12,6	96	72,2	13,7	26
MAYO	12,2	96	215,6	37,3	28
JUNIO	11,9	96	106,0	38,3	21
JULIO	11,4	97	34,2	5,7	22
AGOSTO	11,1	96	56,0	12,6	21
SEPTIEMBRE	11,9	94	42,6	19,9	18
OCTUBRE	12,5	95	26,0	7,4	13
NOVIEMBRE	13,8	93	10,6	7,0	12
DICIEMBRE	13,1	96	54,6	29,4	19
X MEDIA	12,3	96	820		

Cuadro 3. Datos de precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C) del Cantón Patate- Tungurahua, de los años 2000, 2002 y 2003.

Precipitación (mm)													
Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	61,9	91,1	49,1	72,2	215,6	106,0	34,2	56,0	42,6	26,0	10,6	54,6	820,0
2002	40,1	51,5	70,0	65,0	63,0	40,0	47,0	63,0	48,0	30,0	34,0	31,0	582,6
2003	35,0	46,0	68,0	68,0	54,0	35,0	59,0	60,0	61,0	60,0	51,0	34,0	631,0
Humedad relativa (%)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2000	95	96	96	96	96	96	97	96	94	95	93	96	96,0
2002	67	64	65	62	69	71	73	68	71	65	68	70	67,7
2003	58	59	62	62	65	64	60	71	65	67	61	69	63,6
Temperatura (°C)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2000	13,1	12,1	12,4	12,6	12,2	11,9	11,4	11,1	11,9	12,5	13,8	13,1	12,3
2002	19,7	19,0	19,9	19,1	19,7	17,9	17,5	16,5	17,3	18,2	17,7	17,3	18,3
2003	17,5	18,8	18,6	17,9	19,3	19,5	19,5	15,1	15,7	17,1	17,1	18,4	17,8

En el caso del ensayo ubicado en la zona de Atuntaqui-Imbabura, tampoco se registró la presencia de la enfermedad mancha negra, fenómeno que también se debió a condiciones ambientales no adecuadas (sequía) para el desarrollo de la misma. Al analizar los datos meteorológicos de los años 2001, 2002 y 2003 tomados de la estación meteorológica del Colegio Agropecuario Carlos Uvilla Albuja, ubicado en Otavalo a 2670 msnm, lugar

cercano a la zona de estudio (Cuadro 4), se puede apreciar también diferencias de precipitación total anual (749, 698, 780 mm), humedad relativa promedia (77, 77 y 77%) y temperatura promedia (15, 15 y 16 °C). Además, en la zona de Atuntaqui donde se estableció el ensayo, las condiciones climáticas fueron aún mas secas, por cuya razón no se presentó la enfermedad.

Cuadro 4. Datos de precipitación (mm), humedad relativa (%) y temperatura (°C) de Otavalo-Imbabura, años 2001, 2002 y 2003.

Precipitación (mm)													
Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2001	73,0	37,0	149,0	174,0	82,0	7,0	18,0	0,0	86,0	0,0	89,0	34,0	749,0
2002	50,0	35,0	55,0	149,0	39,0	52,0	3,0	3,0	29,0	162,0	26,0	95,0	698,0
2003	2,3	17,0	47,7	165,0	31,8	38,2	34,8	0,8	51,2	174,0	130,9	86,5	780,0
Humedad relativa (%)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2001	80	76	82	81	81	74	75	66	78	72	79	84	77
2002	80	81	83	85	81	74	75	60	70	72	80	84	77
2003	77	51	80	83	79	76	70	67	72	83	80	83	75
Temperatura (°C)													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2001	13,0	14,0	14,0	15,0	15,0	14,0	14,0	14,0	15,0	16,0	15,0	15,0	14,5
2002	15,0	14,8	14,8	15,0	15,0	14,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	14,9
2003	15,5	16,5	15,9	14,2	15,8	15,3	14,8	15,6	16,1	16,9	16,2	15,2	15,6

En la zona de Intag-Imbabura, donde se presentó la enfermedad mancha negra, al correlacionar los datos de incidencia y severidad con datos de precipitación acumulada, se obtuvieron valores de correlación $r = 0,72$ y $r = 0,78$, respectivamente (Gráficos 4 y 5), significativos al 5 %, que indica que existe correlación, es decir que el desarrollo de la enfermedad depende de la precipitación.

En el Gráfico 4 se observa que a medida que la precipitación acumulada aumenta, también aumenta la incidencia de la enfermedad. Con una precipitación acumulada de 100 mm, la enfermedad se presenta y con una precipitación acumulada sobre 1200 mm, alcanza una incidencia de 55%, en un lapso de seis meses.

En el Gráfico 5 se observa que a medida que la precipitación acumulada aumenta, también aumenta la severidad de la enfermedad. Con una precipitación acumulada de 100 mm, los síntomas de la enfermedad fueron evidentes y con una precipitación acumulada sobre 1200 mm, la enfermedad alcanzó un promedio de 4% de severidad en el tallo principal de la planta.

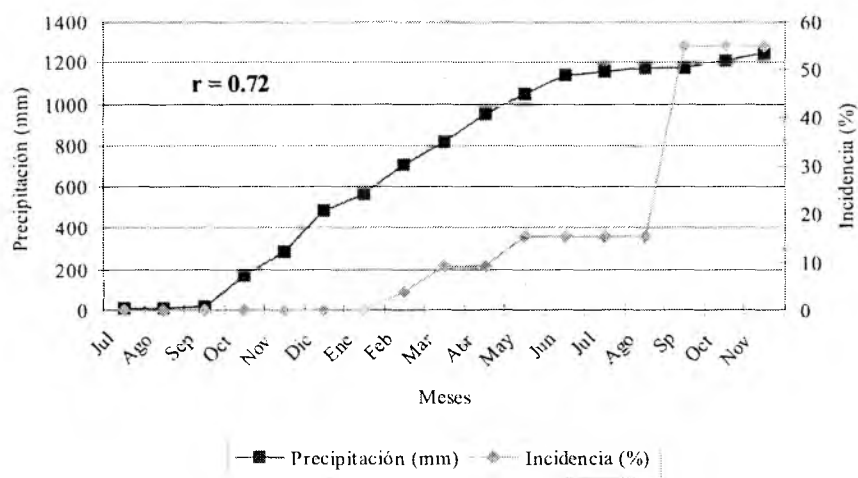


Gráfico 4. Incidencia de la enfermedad mancha negra en relación a la precipitación acumulada en el ensayo de evaluación de densidades de siembra y niveles de fertilización en tomate de árbol. Intag-Imbabura. 2002-2003.

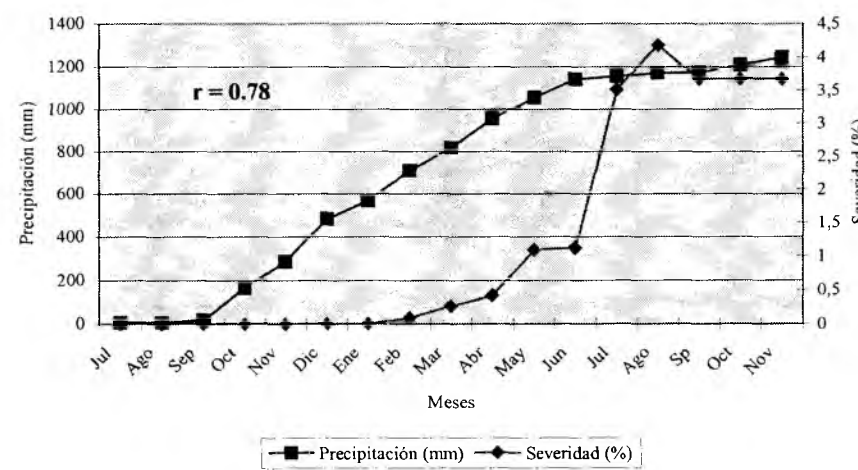


Gráfico 5. Severidad de la enfermedad mancha negra en relación a la precipitación acumulada en el ensayo de evaluación de densidades de siembra y niveles de fertilización en tomate de árbol. Intag-Imbabura. 2002-2003.

Según los resultados obtenidos, se puede decir que en zonas templadahúmedas, la incidencia de esta enfermedad será inevitable, pero es posible controlarla con aspersiones de productos a base de cobre.

En esta zona no fue posible disponer de datos de humedad relativa y temperatura, debido a que la única estación meteorológica cercana al sitio del ensayo, fue una estación pluviométrica.

Incidencia y severidad de tizón tardío en Intag-Imbabura en relación a factores climáticos

En la zona de Intag-Imbabura, donde también se presentó la enfermedad tizón tardío, al correlacionar los datos de incidencia y severidad con datos de precipitación acumulada, se obtuvieron valores de correlación $r = 0,94$ y $r = 0,43$, significativos al 1 y 5 %, respectivamente (Gráficos 6 y 7), correlación que muestra que el desarrollo de la enfermedad depende de la precipitación. Estos resultados concuerdan en parte con los reportados por Malla y Songor (1990), quienes determinaron un nivel de correlación de 0,9 entre la incidencia y severidad de *P. infestans* con la precipitación y la temperatura, en Loja y Saraguro.

En el Gráfico 6 se observa que el tizón tardío se presentó a los nueve meses de edad del cultivo, con una precipitación acumulada de 200 mm, luego muestra un incremento rápido y en tres meses más, alcanza 100% de incidencia, es decir todas las plantas fueron infectadas y se registra una precipitación acumulada de 800 mm. De marzo a noviembre, el registro de 100% de incidencia, indica que la enfermedad quedó establecida en el cultivo.

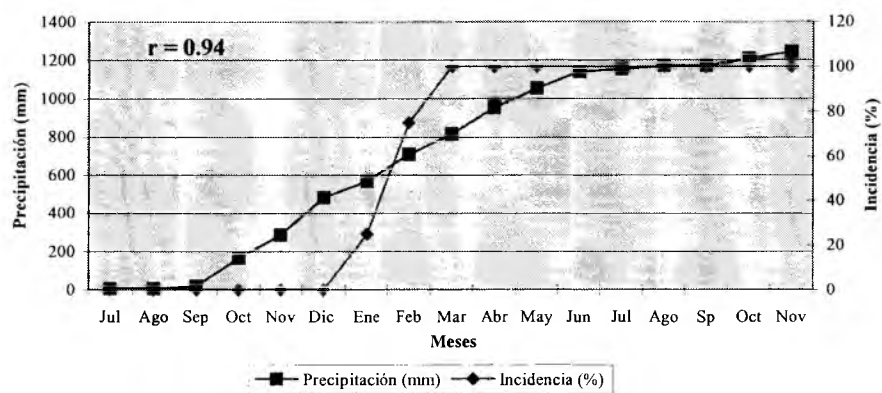


Gráfico 6. Incidencia de la enfermedad tizón tardío en relación a la precipitación acumulada en el ensayo de evaluación de densidades de siembra y niveles de fertilización en tomate de árbol. Intag-Imbabura. 2002-2003.

En cuanto a la severidad de la enfermedad, en el Gráfico 7 se observa que a medida que la precipitación acumulada aumenta, también aumenta la severidad de la enfermedad. Con una precipitación acumulada de 100 mm, los síntomas de la enfermedad fueron evidentes y

con una precipitación acumulada sobre 1200 mm, la enfermedad alcanzó un promedio de 40% de severidad (área foliar necrosada); sin embargo, a partir del pico de mayor severidad, la curva muestra un descenso marcado hasta estabilizarse entre 5 y 10%. Este fenómeno se aduce, por una parte al control químico parcial realizado, y por otra parte a escasas precipitaciones, al observar que la precipitación acumulada se mantiene estable a partir de los 1200 mm.

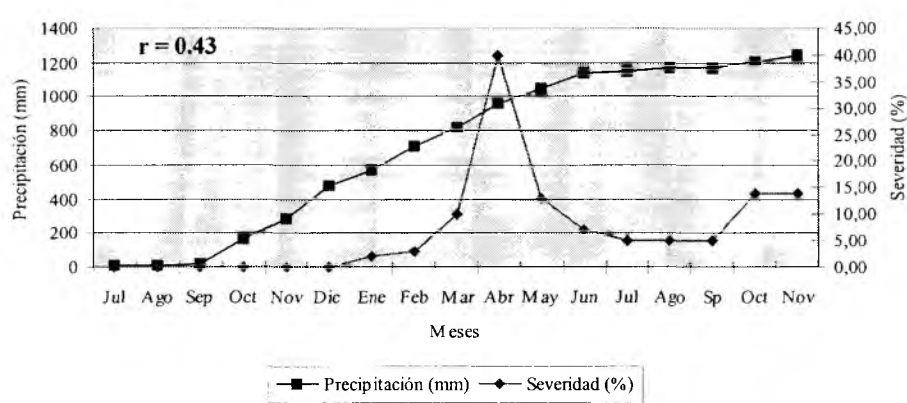


Gráfico 7. Severidad de la enfermedad tizón tardío en relación a la precipitación acumulada en el ensayo de evaluación de densidades de siembra y niveles de fertilización en tomate de árbol. Intag-Imbabura. 2002-2003.

Comportamiento de mancha negra y tizón tardío bajo prácticas culturales en Intag-Imbabura.

El análisis de varianza, de la última lectura de incidencia de la enfermedad mancha negra, no detecta diferencias estadísticas entre los factores y la interacción; en cambio, en la variable severidad de la enfermedad, se establecen diferencias significativas en el factor distancias de siembra (Cuadro 5); sin embargo, la prueba de Tukey (5%) establece un solo rango (Cuadro 6). De acuerdo con estos resultados, se puede decir que la incidencia y severidad de esta enfermedad, estadísticamente, fue similar en las tres densidades de siembra, en los cuatro niveles de fertilización y en la interacción de los mismos.

En cuanto a la incidencia y severidad de tizón tardío, el análisis de variancia no detectó diferencias estadísticas para los factores y la interacción en esta variables (Cuadro 5), por lo que se puede decir que, estadísticamente, estos factores no influyeron en el desarrollo de la enfermedad.

Los coeficientes de variación fueron de 32.06% y 25.26%, respectivamente para mancha negra y tizón tardío, considerados aceptables para trabajos con microorganismos.

En relación a la incidencia de las dos enfermedades durante los 18 meses del cultivo, la presencia de mancha negra se registró al inicio de floración del cultivo y tizón tardío a los ocho meses de edad del mismo. En cuanto a severidad de la enfermedad mancha negra, muestra tendencia a presentar mayor severidad en densidades de siembra altas como la D1 (3620 plantas/ha) (Gráfico 8), en cambio tizón tardío muestra similar comportamiento en las tres densidades de siembra (Gráfico 9).

Cuadro 5. Análisis de varianza para incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío con datos de la última lectura. Intag-Imbabura. 2002-2003.

F. de V.	GL	Mancha negra ¹		Tizón tardío ²	
		Incidencia	Severidad	Incidencia	Severidad
		(%) CM	(%) CM	(%) CM	(%) CM
Repeticiones	2	11.317	0.437	17.367	8.346
Distancias de siembra (D)	2	29.901 NS	3.997*	17.361 NS	1.203 NS
Error	4	7.783	0.230	4.324	1.706
Niveles de fertilización	3	3.381 NS	0.845NS	121.528 NS	0.791 NS
Distancias x Niveles	6	4.308 NS	0.641NS	86.806 NS	0.279 NS
Error	18	1.715	0.463	72.338	0.323
Promedio		7.155	2.121	95.139	2.250
C.V. (%)		32.06	32.06	8.94	25.26

¹= datos transformados
²= datos originales

Cuadro 6. Prueba de Tukey (5%) para la variable severidad de mancha negra en tres densidades de siembra de tomate de árbol. Intag-Imbabura. 2002-2003.

Factores	Severidad mancha negra
	(%)
D1 (3620 plantas/ha)	7,2 a
D2 (2500 plantas/ha)	3,3 a
D3 (1333 plantas/ha)	2,0 a

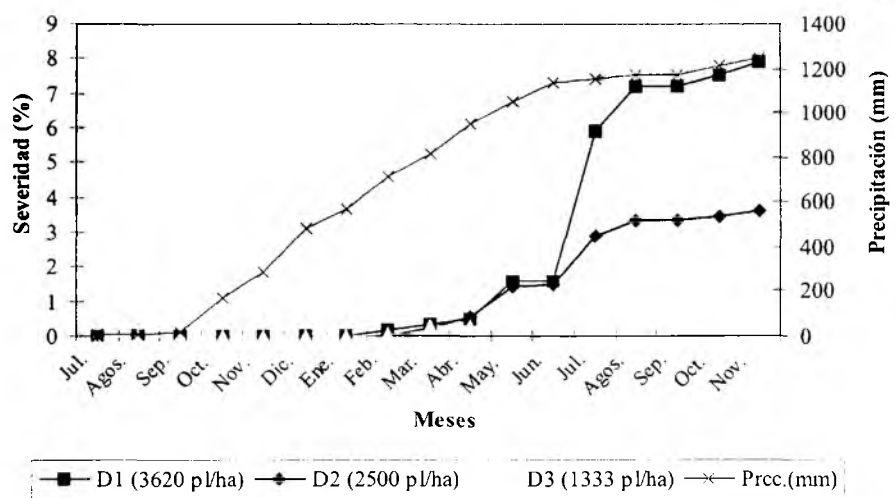


Gráfico 8. Severidad de la enfermedad mancha negra en relación a la precipitación acumulada y a tres densidades de siembra De tomate de árbol. Intag-Imbabura. 2002-2003.

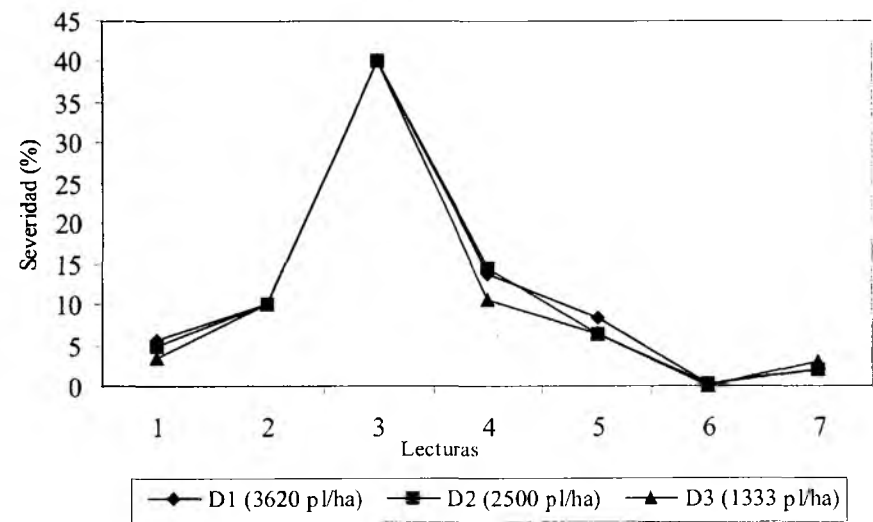


Gráfico 9. Severidad de la enfermedad tizón tardío en tres densidades de siembra de tomate de árbol. Intag-Imbabura, 2002-2003

Rendimiento

En las zonas de Valle Hermoso y Atuntaqui, debido a condiciones climáticas de baja precipitación (sequía) que no permitió la presencia de la enfermedad y el desarrollo normal del cultivo, no fue posible registrar datos de cosecha. Como se indicó anteriormente, esta fue la causa para establecer el tercer ensayo en la zona húmeda de Intag.

En la zona de Intag, las cosechas se iniciaron a los 12 meses de edad del cultivo. Los rendimientos que se reportan, corresponden a once cosechas realizadas durante seis meses de producción. No fue posible registrar datos de más cosechas, debido a la finalización del proyecto. Por esta razón, los resultados de rendimiento se deben considerar como parciales y, para llegar a conclusiones confiables, es necesario continuar con la investigación para disponer de datos de rendimiento de al menos seis meses más.

Según el análisis de varianza (Cuadro 7), para rendimientos de lera y total, se detectan diferencias estadísticas significativas al 1% para los factores y la interacción, y también diferencias estadísticas significativas al 1% en la categoría 2da para el factor niveles de fertilización, diferencias que son corroboradas por la prueba de significación de Tukey (5%) (Cuadro 8).

Cuadro 7. Análisis de varianza para rendimientos de lera, 2da y 3era. categorías y total (kg/ha), registrados bajo tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización. Intag Imbabura. 2002-2003.

F de V	G.L	Cuadrados medios				
		Categoría 1era	Categoría 2da	Categoría 3ra	Total	
Repeticiones	2	4947211	478392	2493	6691929	
Factor A (D)	2	177836256 **	13763751	5474 NS	280939010	**
Error	4	2502804	2148437	6266	4488895	
Factor B (F)	3	99070992 **	4201487 **	6522 NS	140116746	**
A x B	6	23208618 **	626550 NS	3486 NS	30729369	**
Error	18	3971294	276815	2385	4566908	
Media		6063.889	2024.194	41.33	8142.333	
C.V %		32.86	25.99	118.17	26.25	

En el Cuadro 8 se observa que los mejores rendimientos totales y de primera categoría, se obtienen con la densidad de siembra d1 (3620 plantas/ha) y con los niveles de fertilización f2 (50% de la recomendación) y f3 (100% de la recomendación), efecto que se refleja en la interacción de los dos factores en los tratamientos d1f2 y d1f3, con los mejores rendimientos totales y de lera categoría.

Cuadro 8. Prueba de Tukey (5%) para rendimientos de 1era, 2da y 3era categorías y total (kg/ha), registrados bajo tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización. Intag-Imbabura. 2002-2003.

Factores / interacción (tratamientos)	Categoría			
	1era	2da	3era	Total
Distancias (D)				
D1 (3620 plant./ha)	9909 a	2961	23	12850 a
D2 (2500 plant./ha)	6074 ab	2255	65	8393 b
D3 (1333 plant./ha)	2209 b	857	37	3183 c
Niveles de fertilización (F)				
F1 (25% de recomendación)	1501 b	1017 b	3	2632 b
F2 (50% de recomendación)	9103 a	2430 a	64	11596 a
F3 (100% de recomendación)	7777 a	2468 a	53	10242 a
F4 (150% de recomendación)	5875 ab	2183 ab	46	8099 a
Tratamientos (Interacción)				
1. D1F1	2089 de	1468	8	3564 c
2. D1F2	16700 a	3639	23	20366 a
3. D1F3	11820 ab	3321	0	14970 ab
4. D1F4	9026 bc	3416	61	12502 bc
5. D2F1	9927 de	1182	0	3110 c
6. D2F2	7895 bcd	2758	94	10747 bcd
7. D2F3	9022 bc	3068	120	12209 bc
8. D2F4	5451 cde	2012	45	7507 cde
9. D3F1	487 e	402	0	1222 e
10. D3F2	2711 de	891	75	3676 c
11. D3F3	2492 de	1014	40	3547 c
12. D3F4	3146 cde	1120	31	4288 de

Similares resultados se observan en los Cuadros 9 y 10, en la variable rendimiento de número de frutos por categorías y total, donde la densidad de siembra d1 y el nivel de fertilización f2, proporcionan el mayor número de frutos de 1era, 2da y total, lo cual se refleja en la interacción de los dos factores en los tratamientos d1f2 y d1f3, con los mejores rendimientos de números de frutos de 1era y total (Cuadro 10).

Cuadro 9. Análisis de varianza para rendimiento de número de frutos/ha de 1era, 2da y 3era. categoría y total, registrados bajo tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización. Intag-Imbabura. 2002-2003.

F de V	GL	Cuadrados medios			
		Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Total
Repeticiones	2	265935241	67787400	306849	483788333
Factor A (D)	2	11279904891 **	1462240748 *	923323 NS	20738741081 **
Error	4	217384453	191314247	1307399	382920900
Factor B (F)	3	5869311552 **	382756063 **	1149022 NS	9412865629 **
A x B	6	1434378385 **	61025093 NS	641290 NS	1856509424 **
Error	18	285249902	31415999	509755	293734407
Media		50665.972	21546.694	584.306	72788.306
C.V %		33.33	26.01	122.19	23.55

Cuadro 10. Prueba de Tukey (5%) para rendimiento de número de frutos/ha de 1era. 2da. y 3era. categoría y total, obtenidos bajo tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización. Intag-Imbabura. 2002-2003.

Factores	Categoría						Total
	1era		2da		3ra		
Distancias (D)							
D1 (3620 plant./ha)	80771	a	31600	a	340	112711	a
D2 (2500 plant./ha)	51750	b	23310	a	886	75912	ab
D3 (1333 plant./ha)	19480	c	9734	a	528	29743	b
Niveles de fertilización (F)							
F1 (25% recomendación	14810	c	12040	b	50	26893	b
F2 (50% recomendación	72960	a	26760	a	797	100512	a
F3 (100% recomendación	63840	a	24290	ab	722	88858	a
F4 (150% recomendación	51060	b	23100	ab	767	74890	
1. D1F1	18250	ef	18100		151	36502	de
2. D1F2	132432	a	38915		302	171649	a
3. D1F3	96990	b	33032		0	130019	ab
4. D1F4	75420	c	36351		905	112673	bc
5. D2F1	19060	ef	13229		0	32292	de
6. D2F2	65000	cd	31250		1146	97396	bc
7. D2F3	71880	c	28855		1667	102396	bc
8. D2F4	51040	d	19892		729	71563	cd
9. D3F1	7109	f	4777		0	11886	e
10. D3F2	21440	ef	10109		944	32492	de
11. D3F3	22660	ef	10997		500	34158	de
12. D3F4	26720		1352		667	40434	de



Foto 1. Densidad de siembra 1
(3620 plantas/ha). Intag-
Imbabura. 2002-2003.

Foto 2. Densidad de siembra 2
(2500 plantas/ha). Intag-
Imbabura. 2002-2003.



Foto 2. Densidad de siembra 3
(1333 plantas/ha). Intag-
Imbabura. 2002-2003.

CONCLUSIONES

Según los resultados parciales obtenidos y bajo las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo del cultivo de tomate de árbol en los experimentos de campo, se señalan las siguientes conclusiones:

- Es factible mantener la población del nematodo *Meloidogyne incognita* a niveles bajos mediante aplicaciones de Carbofuran cada tres a cuatro meses, sin embargo, se establece la necesidad de identificar alternativas mas amigables para remplazar a Carbofuran que es muy tóxico.
- En las zonas de Valle Hermoso-Tungurahua y Atuntaqui-Imbabura, las condiciones climáticas de sequía fueron desfavorables para el desarrollo de las enfermedades mancha negra, tizón tardío y del cultivo.
- En la localidad de Intag-Imbabura, el desarrollo de las enfermedades mancha negra y tizón tardío, en relación a los cambios en incidencia y severidad, dependió de la precipitación.
- En la localidad de Intag, las densidades de siembra y los niveles de fertilización probados, no influyeron en la incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío.
- Los datos parciales de cosecha obtenidos en la zona de Intag, muestran que los mejores rendimientos totales y de primera categoría, tanto en número de frutos como en kg/ha, se obtienen con la densidad de siembra d1 (3620 plantas/ha) y con los niveles de fertilización f2 (50% de la recomendación) y f3 (100% de la recomendación).

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios para establecer la probable relación entre la incidencia y severidad de las enfermedades mancha negra y tizón tardío con factores climáticos de humedad relativa y temperatura, que no fue posible establecer en este estudio.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Ing. Agr. Octavio Beltrán y a los Agr. Germán Ayala y Rosendo Jácome por su colaboración en los trabajos de campo.

Al Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA), por el apoyo financiero y técnico que permitió incursionar y adquirir experiencia en el difícil campo del estudio de la epidemiología de las enfermedades de las plantas.

A la Sra. Myriam Jácome por su colaboración en la edición de este documento.

BIBLIOGRAFÍA

- INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.
1982. Informe anual de Actividades de Fitopatología. Quito: Estación Experimental Santa Catalina. p 26-29.
- MALLA, A., SONGOR, N. 1990. Diagnóstico de las principales enfermedades de tomate de árbol en los cantones de Loja y Saraguro. Tesis de Ing. Agr. Loja: Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Agronómica. 120 p.
- SUTTON, J. 2000. Epidemiology: a scientific base for optimizing plant disease control in integrate pest management programs. En Memorias del I Curso-Taller Internacional Control Biológico, Componente Fundamental del Manejo Integrado de Plagas en una Agricultura Sostenible. Corpoica-MIP (2000). Santafé de Bogotá, Colombia. Editor, A. López-Avila. 49-56p.
- VAN ECK, A; EGUIGUREN, R; DÉFAZ, M; REVELO, J. 1984. Técnicas de laboratorio en Nematología. Quito, INIAP, Est. Exp. "Santa Catalina". p 5-7. (INIAP. Boletín técnico no 54).