

45

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

INFLUENCIA DE NUTRIMENTOS DEL SUELO SOBRE LA
PATOGENESIS DEL VIROIDE DE LA "PLANTA MACHO"
DEL JITOMATE

TESIS PROFESIONAL

Que presenta

PORFIRIO GUTIERREZ MARTINEZ

Como requisito para obtener el Título de

B I O L O G O

México, D. F.

Julio de 1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
MATERIALES Y METODOS	6
RESULTADOS	14
DISCUSION	30
CONCLUSIONES	32
LITERATURA CITADA	33

INTRODUCCION

El jitomate (Lycopersicon sculentum Mill) es afectado por una gran variedad de plagas y enfermedades, entre estas últimas tenemos a la enfermedad denominada "Planta Macho", la cual se presenta en los estados de México y Morelos (3).

Los síntomas que presentan las plantas afectadas son, una marcada reducción del crecimiento, acortamiento de entrenudos y como consecuencia de ello rosetado apical; las hojas presentan distorsión y epinastia, con presencia o ausencia de necrosis en las nervaduras primarias y secundarias. Las plantas infectadas producen más flores y frutos que las sanas, pero los frutos permanecen pequeños y no tienen valor comercial.

Esta enfermedad fue descrita por primera vez por Belalcázar y Galindo en 1974 (3), quienes demostraron que esta es causada por un agente infeccioso que es transmitido mecánicamente, pero no por áfidos o por semilla.

Posteriormente Galindo et. al. en 1982 (9), obtuvieron evidencias para confirmar de una manera definitiva que el agente causal de la "Planta Macho" es un viroide distinto a los ya descritos, por lo cual se propuso el nombre de Viroide de la "Planta Macho" del Jitomate (VPMJ).

En las enfermedades vegetales se consideran dos elementos: la hospedera y el patógeno, los cuales están expuestos al medio ambiente que afecta su vida y por lo tanto pueden modificar la severidad de algunas enfermedades.

Entre las condiciones externas tenemos a la temperatura, luz, humedad, nutrientes, etc. El efecto de estos factores es considerado en cada organismo separadamente así como la interacción hospedera-patógeno (16).

La nutrición mineral de la hospedera ha sido reconocida por los fitopatólogos como un factor importante en la modificación de la susceptibilidad o de la resistencia de la hospedera a la infección del parásito.

De esta manera la nutrición de una planta determina en gran medida su resistencia o su susceptibilidad a la enfermedad, su estructura o propiedades morfológicas o histológicas, la función de los tejidos para acelerar o disminuir la patogenesis, la virulencia y la habilidad de los patógenos para sobrevivir. La resistencia puede ser impartida por la ausencia de nutrientes esenciales para la actividad patogénica (12, 10).

Muchas de las interacciones potenciales de los minerales en la defensa pueden ser postuladas a partir de sus funciones en las plantas (6, 8).

Elementos minerales como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y otros que son requeridos para el desarrollo vegetal, han sido reportados ya sea para incrementar o para reducir la severidad de algunas de las enfermedades (11, 15).

Los efectos del nitrógeno, fósforo y potasio sobre la enfermedad han sido los más importantes, debido a su limitada disponibilidad en muchos suelos y a la gran cantidad relativa que se requiere para un óptimo desarrollo vegetal (12).

La información que existe acerca del efecto de la nutrición mineral de la hospedera en parásitos obligados es escasa, y esta corresponde en su mayor parte a virus, en cuanto a viroides la información es aún más limitada.

Se tiene el dato que al aplicar suficiente fertilizante a plantas de papa infectadas con el viroide que causa el Tuberculo Fusiforme de la Papa (Potato Spindle Tuber V.), se asegura un crecimiento vigoroso de las plantas y al parecer favorecía la formación de síntomas tempranos (7).

Weathers en 1965 (18), estudió el efecto de la nutrición de la hospedera en los síntomas inducidos por el viroide de la Exocortis de los Cítricos (Citrus Exocortis V.), concluyendo que las condiciones que favorecían la formación de los síntomas, no necesariamente favorecían el desarrollo

de la hospedera (exceso de nitrógeno y de fósforo). Inversamente factores que favorecían el crecimiento de la hospedera, no propiciaban la expresión de los síntomas, aunque no siempre se seguía el mismo patrón.

En lo que respecta a virus, Badwen y Kassanis en 1950 (1, 2), estudiando los efectos de la nutrición de la hospedera en la concentración del Virus del Mosaico del Tabaco (Tobacco Mosaic V.), concluyeron que la administración de nutrientes mayores que daban un crecimiento vegetal óptimo, también resultaba en una mayor multiplicación viral.

Pound y Weathers en 1953 (14), encontraron que la concentración del virus 1 del nabo en plantas de Nicotiana glutinosa y de N. multivalvis, era también alta en plantas con crecimiento máximo.

Weathers y Pound en 1954 (17), concluyeron que la concentración del Virus del Mosaico del Tabaco (Tobacco Mosaic V.), en plantas de tabaco era relacionada positivamente con la cantidad de nitrógeno administrado a la hospedera y no al desarrollo vegetativo de las plantas.

Trabajando con el Virus del Mosaico de la Soya, Porto en 1975 (13), encontró que la concentración del virus estaba asociada con una deficiencia de nitrógeno, que al contrario de otros autores (1, 14), no es una condición conductiva a un óptimo desarrollo vegetal.

Aunque los principales mecanismos involucrados en las interacciones hospedera-patógeno-nutrientes, no están claramente entendidos, se cree que nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y otros más, pueden reducir la severidad de algunas enfermedades al incrementar la tolerancia de las plantas a éstas, estimulando su resistencia fisiológica o aumentando su tasa de crecimiento (12, 6).

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta que el Viroide de la "Planta Macho" del Jitomate, es un patógeno con efectos muy perjudiciales a la planta, se decidió realizar el presente estudio con el siguiente objetivo:

Determinar el efecto de los elementos mayores del suelo, sobre el Viroide de la "Planta Macho" del Jitomate.

MATERIALES Y METODOS

Las semillas de jitomate (Lycopersicon sculentum Mill), empleadas en este experimento, fueron obtenidas en la Productora Nacional de Semillas, teniendo las siguientes características:

Variedad Homestead 24 con una germinación del 89%.

Con estas semillas, se procedió a la elaboración de almácigos. Plantulas de tamaño uniforme, con una altura aproximada de 5 cm, fueron transplantadas a macetas.

El suelo usado en las macetas fue una mezcla de materia orgánica y de arena de río en proporción de 1:1. El suelo fue fumigado con bromuro de metilo.

Para reducir el grado nutrimental del suelo, éste fue lavado con agua corriente, lo cual fue hecho de la siguiente manera: el suelo fue colocado en un recipiente de plástico al cual le fue agregado agua, después fue agitado por un tiempo aproximado de 10 minutos al cabo de los cuales el agua fue decantada repitiendo la operación 4 veces. Con la arena se procedió de la misma forma.

Realizando lo anterior, se llevó a cabo la mezcla de arena y suelo, en la proporción mencionada anteriormente, tratando que la mezcla resultará lo más homogénea posible.

Para observar el efecto de la nutrición de la hospede-
ra en el patógeno, fue necesaria la aplicación de diferentes
tratamientos nutricionales con mezclas de compuestos de ni-
trógeno, fósforo y potasio, combinados entre sí y en diver-
sas concentraciones para cada tratamiento.

EXPERIMENTO 1

Los nutrimentos fueron administrados en forma de solu-
ción, y su preparación fue realizada de la siguiente mane-
ra:

- Solución nutritiva de nitrógeno:

1 g de sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ en un litro de H_2O .

- Solución nutritiva de fósforo:

256 mg de fosfato monocalcico $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ en un litro de
 H_2O .

- Solución nutritiva de potasio.

1 g. de sulfato de potasio. K_2SO_4 en un litro de H_2O .

Cada sustancia fue aforada por separado a un litro de
solución. Mediante diluciones fueron obtenidos tres nive-
les de cada uno de los nutrientes, dichas diluciones fueron
realizadas de la siguiente manera; fue tomada una parte de
la solución aforada a un litro y le fueron añadidas tres
partes de agua, resultando el primer nivel (1), de la solu-
ción obtenida fue tomada una parte y le fue añadida una par-
te igual de agua, resultando el segundo nivel (2), de esta
solución fue tomada una parte y le fue añadida otra parte

igual de agua resultando el tercer nivel (3).

Resultando la escala siguiente:

Alto (1), medio (2), Bajo (3).

De cada solución nutritiva, fueron tomados 10 ml, y agregados a las macetas tres veces por semana.

Realizando diferentes modificaciones en los niveles de los nutrientes, los siguientes tratamientos fueron utilizados:

Tratamientos:

E_1T_1	_____	Tierra sin lavar, plantas inoculadas.
E_1T_2	_____	Tierra sin lavar plantas no inoculadas.
E_1T_3	_____	Tierra lavada, plantas no inoculadas.
E_1T_4	_____	Tierra lavada plantas inoculadas.
E_1T_5	_____	$N_1 P_1 K_1$, plantas inoculadas
E_1T_6	_____	$N_2 P_1 K_1$, " "
E_1T_7	_____	$N_3 P_1 K_1$, " "
E_1T_8	_____	$N_1 P_1 K_1$, " "
E_1T_9	_____	$N_1 P_2 K_1$, " "
E_1T_{10}	_____	$N_1 P_3 K_1$, " "
E_1T_{11}	_____	$N_1 P_1 K_1$, " "
E_1T_{12}	_____	$N_1 P_1 K_2$, " "
E_1T_{13}	_____	$N_1 P_1 K_3$, " "

E = Experimento, el subíndice nos indica el número de éste.

T = Tratamiento, " " " " " " " " " "

Por cada tratamiento se hicieron cuatro repeticiones.

EXPERIMENTO 2.

Los nutrimentos fueron administrados en forma sólida. El procedimiento fue llevado a cabo de la siguiente manera: Fueron utilizados tres macronutrientes; nitrógeno fósforo y potasio: usando las mismas sustancias del experimento anterior como fuente de estos nutrientes.

Fueron empleados también tres niveles: bajo, medio y alto, con base en la concentración en ppm de cada nutriente en el medio.

Así tenemos que para cada nutriente las concentraciones utilizadas fueron las siguientes:

Niveles	Aplicación total		
	N	P	K
Bajo	20	5.2	20
Medio	100	26	100
Alto	500	130	500

A partir de estos datos fueron calculados los gramos de sal por maceta que fueron necesarios de cada uno de los tres nutrientes en sus tres concentraciones.

Los gramos de sal por maceta de las sustancias fue:

Niveles	g sal/maceta		
	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	K_2SO_4
	21.21 % N	26.49 % P	44.83 % K
Bajo	0.094	0.020	0.045
Medio	0.471	0.098	0.223
Alto	2.357	0.491	1.115

Realizando diferentes modificaciones en las concentraciones de los nutrientes, se emplearon los siguientes tratamientos:

Tratamientos

$E_2 T_1$	_____	Tierra sin lavar, plantas inoculadas		
$E_2 T_2$	_____	Tierra sin lavar, plantas no inoculadas		
$E_2 T_3$	_____	Tierra lavada, planta no inoculadas		
$E_2 T_4$	_____	Tierra lavada, plantas inoculadas		
$E_2 T_5$	_____	$N_1 P_1 K_1$, plantas inoculadas		
$E_2 T_6$	_____	$N_5 P_1 K_1$, " "		
$E_2 T_7$	_____	$N_{25} P_1 K_1$, " "		
$E_2 T_8$	_____	$N_1 P_1 K_1$, " "		
$E_2 T_9$	_____	$N_1 P_5 K_1$, " "		
$E_2 T_{10}$	_____	$N_1 P_{25} K_1$, " "		
$E_2 T_{11}$	_____	$N_1 P_1 K_1$, " "		
$E_2 T_{12}$	_____	$N_1 P_1 K_5$, " "		
$E_2 T_{13}$	_____	$N_1 P_1 K_{25}$, " "		

E₂ T₁₄_____ N₅ P₅ K₅, plantas inoculadas

E₂ T₁₅_____ N₂₅ P₂₅ K₂₅, " "

E = Experimento, el subíndice nos indica el número de éste.

T = Tratamiento, " " " " " " " "

Donde los subíndices de los nutrientes nos indican la concentración de éstos.

Por cada tratamiento fueron hechas cuatro repeticiones, todas ellas con plantas inoculadas, además fueron colocadas dos repeticiones con plantas no inoculadas.

Pesadas las sustancias, estas fueron mezcladas en forma manual con el medio (tierra-arena). Esto fue hecho con la ayuda de una bolsa de polietileno, en la cual fue colocada una pequeña cantidad de arena y después se agregaba la cantidad señalada de sal, para cada nutriente, agitándose por un tiempo de 3 min. aproximadamente, en seguida se agregaba todo el suelo restante y se volvía a agitar. Todo esto con el motivo de lograr una mayor distribución homogénea de los nutrientes en el suelo.

Cuando fue realizada la mezcla de suelo (tierra-arena) y de nutrientes, fueron colocados en la maceta correspondiente a cada tratamiento.

Inoculación.

La obtención del inóculo fue a partir de plantas infecu

tadas con el viroide de la "Planta Macho" del jitomate, seleccionando las hojas más jóvenes, en donde se supone una mayor concentración del patógeno, las hojas conteniendo el viroide fueron tomadas con una pequeña bolsa de polietileno a la cual le fue agregada 5 ml de una solución de KH_2PO_4 al 1%. Estas fueron molidas con la ayuda de un pequeño pistilo.

Para la inoculación de las plantas de jitomate fue frotada la savia de la planta infectada sobre las hojas por medio de aplicadores de algodón, previo espolvoreo con carbocurandum No. 400.

Se procuró aplicar la misma presión en el aplicador en el momento de la inoculación, cuidando de no dañar demasiado el tejido de las pequeñas hojas.

En el primer experimento después de transplantar las plantas a las macetas, fue llevada a cabo la inoculación e inmediatamente después se inició el tratamiento de nutrientes por un intervalo de dos semanas.

Estas plantas fueron mantenidas en condiciones de invernadero, con una temperatura de 22°C en promedio.

En el segundo experimento, al tener los nutrientes en el suelo, solo se transplantó y se inoculó, restando solo la espera de la manifestación de los síntomas. Las plantas tratadas fueron mantenidas en condiciones de cámara de

crecimiento con una temperatura continua de 28°C y con un fotoperíodo de 16 hrs.

Los parámetros para determinar el efecto de los nutrientes sobre la severidad de la enfermedad fueron: altura, desarrollo foliar, peso final de la planta de jitomate e índice de infectividad. El índice de infectividad fue determinado con la suma acumulada del total de plantas enfermas, con lo cual la rapidez de la aparición de síntomas fue ponderada.

RESULTADOS

En el primer experimento el mejor desarrollo vegetal fue obtenido con el potasio y el fósforo en sus concentraciones medias. El menor desarrollo fue obtenido con el nitrógeno en su concentración más baja (Cuadro 1).

En cuanto al índice de infectividad, el más alto fue obtenido con el tratamiento que incluyó al fósforo en su concentración media; y el índice de infectividad más bajo ocurrió en el tratamiento con nitrógeno en su concentra--ción baja (Cuadro 2).

En el segundo experimento tenemos que el tratamiento con tierra lavada y no lavada dieron los valores más altos de desarrollo vegetal, siguiendole en orden descendente el tratamiento con nitrógeno en su concentración media. Los valores más bajos de desarrollo fueron para el nitrógeno, fósforo y potasio en sus concentraciones altas (Cuadro 3).

En este mismo experimento se observó que la mayor infectividad fue obtenida con el tratamiento en tierra no lavada siguiendole el tratamiento con nitrógeno en su concentración baja. El menor índice de infectividad fue obtenido en dos tratamientos: en el de tierra lavada y en el de nitrógeno en su concentración media (Cuadro 4).

En el tercer experimento fue obtenido el mejor desarrollo

Cuadro 1. Efecto de la nutrición mineral en el desarrollo de plantas de jitomate inoculadas con el viroide PM del jitomate. Experimento 1.

Tratamiento	Altura (cm)	Longitud 3 ^a hoja (cm)	Peso de la planta (g)
<u>Nitrógeno</u>			
N ₁ (P ₁ K ₁)	6.8	6.2	3.7
N ₂ (P ₁ K ₁)	7.7	9.7	5.0
N ₃ (P ₁ K ₁)	6.0	4.7	4.0
<u>Fósforo</u>			
(N ₁) P ₁ (K ₁)	6.8	6.2	3.7
(N ₁) P ₂ (K ₁)	7.9	9.4	6.0
(N ₁) P ₃ (K ₁)	6.1	6.3	3.5
<u>Potasio</u>			
(N ₁ P ₁) K ₁	6.8	6.2	3.7
(N ₁ P ₁) K ₂	8.4	10.3	6.5
(N ₁ P ₁) K ₃	7.1	7.3	4.7

Los datos son promedio de cuatro repeticiones.

Cuadro 2. Efecto de la nutrición mineral de la hospedera en la patogenicidad del viroide de la "Planta Macho" del jitomate.

Experimento 1.

Tratamiento	Plantas enfermas a diferentes períodos, en días.						Indice de Infectividad
	23	25	27	30	38	40	
<u>Nitrógeno</u>							
$N_1 (P_1 K_1)$	1/4	2/4	2/4	3/4	3/4	3/4	14
$N_2 (P_1 K_1)$	1/4	2/4	2/4	3/4	3/4	4/4	15
$N_3 (P_1 K_1)$	1/4	1/4	2/4	2/4	2/4	2/4	10
<u>Fósforo</u>							
$(N_1) P_1 (K_1)$	1/4	2/4	2/4	3/4	3/4	3/4	14
$(N_1) P_2 (K_1)$	1/4	3/4	3/4	3/4	3/4	4/4	17
$(N_1) P_3 (K_1)$	1/4	2/4	2/4	2/4	3/4	3/4	13
<u>Potasio</u>							
$(N_1) (P_1) K_1$	1/4	2/4	2/4	3/4	3/4	3/4	14
$(N_1) (P_1) K_2$	0/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	15
$(N_1) (P_1) K_3$	1/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	16

El numerador indica el número de plantas infectadas y el de nominador el número de plantas inoculadas.

Cuadro 3. Efecto de la nutrición mineral en el desarrollo de plantas de jitomate inoculadas con el viroide "PM" del jitomate. Experimento 2.

Tratamiento	Indice de infectividad	Altura cm.	Longitud 3ª hoja cm.	Peso de la planta g.
T ₁ (T.N.)	16	12.4	22.4	16.7
T ₂ (T. L.)	2	12.2	22.7	15.5
<u>Nitrógeno</u>				
N ₁ (P ₁ K ₁)	6	9.9	15.2	6.2
N ₂ (P ₁ K ₁)	2	12.2	18.0	8.7
N ₃ (P ₁ K ₁)	10	9.2	13.6	6.0
<u>Fósforo</u>				
(N ₁) P ₁ (K ₁)	6	9.9	15.2	6.2
(N ₁) P ₂ (K ₁)	4	11.0	17.1	8.2
(N ₁) P ₃ (K ₁)	5	10.6	18.2	7.5
<u>Potasio</u>				
(N ₁ P ₁) K ₁	6	9.9	15.2	6.2
(N ₁ P ₁) K ₂	7	10.9	14.6	6.5
(N ₁ P ₁) K ₃	6	11.1	14.7	7.2

Los datos son promedio de cuatro repeticiones.

Cuadro 4. Efecto de la nutrición mineral de la hospedera en la patogenicidad del viroide "PM" del jitomate.

Experimento 2.

Tratamiento	Plantas enfermas a diferentes periodos en días.					Indice de Infectividad
	17	22	26	29	32	
T ₁ (T.N.)	2/4	3/4	3/4	4/4	4/4	16
T ₂ (T.L.)	0/4	0/4	0/4	1/4	1/4	2
<u>Nitrógeno</u>						
N ₁ (P ₁ K ₁)	0/4	1/4	1/4	2/4	2/4	6
N ₂ (P ₁ K ₁)	0/4	0/4	0/4	1/4	1/4	2
N ₃ (P ₁ K ₁)	0/4	1/4	3/4	3/4	3/4	10
<u>Fósforo</u>						
(N ₁) P ₁ (K ₁)	0/4	1/4	1/4	2/4	2/4	6
(N ₁) P ₂ (K ₁)	0/4	0/4	0/4	2/4	2/4	4
(N ₁) P ₃ (K ₁)	0/4	0/4	1/4	2/4	2/4	5
<u>Potasio</u>						
(N ₁ P ₁) K ₁	0/4	1/4	1/4	2/4	2/4	6
(N ₁ P ₁) K ₂	0/4	1/4	1/4	2/4	3/4	7
(N ₁ P ₁) K ₃	0/4	1/4	1/4	2/4	2/4	6

El numerador indica el número de plantas infectadas y el de nominador el número de plantas inoculadas.

con el tratamiento con tierra no lavada y con potasio en su concentración media. Los valores más bajos fueron para el tratamiento con fósforo en su concentración baja (Cuadro 5).

La infectividad más alta correspondió a los tratamientos con tierra no lavada y al fósforo en su concentración media. La mínima infectividad fue obtenida con nitrógeno en su concentración baja. En general la infectividad fue baja en relación con los experimentos anteriores (Cuadro 6).

En el cuarto experimento tenemos que el desarrollo de las plantas fue el siguiente: las plantas mejor desarrolladas correspondieron a las no inoculadas y colocadas en tierra lavada y no lavada, en tercer lugar le siguió el tratamiento con potasio en su concentración alta. El mínimo de desarrollo fue obtenido con el tratamiento con nitrógeno, fósforo y potasio en sus concentraciones altas, el cual correspondió a 500, 130 y 500 ppm respectivamente (Cuadro 7).

En cuanto a la infectividad tenemos que la mayor correspondió al fósforo en concentración de 130 ppm, y la mínima infectividad fue localizada en los tratamientos con nitrógeno, fósforo y potasio en sus concentraciones más altas 500, 130 y 500 ppm (Cuadro 8).

En el quinto experimento con respecto al desarrollo vegetal tenemos que el mínimo desarrollo fue para las plantas con el tratamiento de fósforo en su concentración alta y

Cuadro 5. Efecto de la nutrición mineral en el desarrollo de plantas de jitomate inoculadas con el viroide "PM" del jitomate.

Experimento 3.

Tratamiento	Indice de infectividad	Altura cm	Longitud 3ª hoja cm.	Peso de la planta g.
T ₁ (T.N.)	10	8.5	11.2	6.5
T ₂ (T.L.)	5	12.4	16.1	10.5
<u>Nitrógeno</u>				
N ₁ (P ₁ K ₁)	3	8.5	9.5	4.7
N ₂ (P ₁ K ₁)	2	10.4	12.4	5.2
N ₃ (P ₁ K ₁)	2	10.2	12.1	5.5
<u>Fósforo</u>				
(N ₁) P ₁ (K ₁)	3	8.5	9.5	4.7
(N ₁) P ₂ (K ₁)	6	10.5	12.7	5.5
(N ₁) P ₃ (K ₁)	6	7.1	7.0	4.0
<u>Potasio</u>				
(N ₁ P ₁) K ₁	3	8.5	9.5	4.7
(N ₁ P ₁) K ₂	5	11.5	13.3	6.2
(N ₁ P ₁) K ₃	3	10.8	13.8	6.7

Los datos son promedio de cuatro repeticiones.

Cuadro 6. Efecto de la nutrición mineral de la hospedera en la patogenicidad del viroide "PM" del jitomate.

Experimento 3.

Tratamiento	Plantas enfermas a diferentes períodos, en días.				Índice de infectividad
	27	29	31	39	
T ₁ (T.N.)	2/4	2/4	3/4	3/4	10
T ₂ (T.L.)	0/4	0/4	2/4	3/4	5
<u>Nitrógeno.</u>					
N ₁ (P ₁ K ₁)	0/4	0/4	1/4	2/4	3
N ₂ (P ₁ K ₁)	0/4	0/4	0/4	2/4	2
N ₃ (P ₁ K ₁)	0/4	0/4	0/4	2/4	2
<u>Fósforo</u>					
(N ₁) P ₁ (K ₁)	0/4	0/4	1/4	2/4	3
(N ₁) P ₂ (K ₁)	0/4	2/4	2/4	2/4	6
(N ₁) P ₃ (K ₁)	0/4	0/4	2/4	4/4	6
<u>Potasio</u>					
(N ₁ P ₁) K ₁	0/4	0/4	1/4	2/4	3
(N ₁ P ₁) K ₂	0/4	0/4	2/4	3/4	5
(N ₁ P ₁) K ₃	0/4	0/4	1/4	2/4	3

El numerador indica el número de plantas infectadas y el denominador el número de plantas inoculadas.

Cuadro 7. Efecto de la nutrición mineral en el desarrollo de plantas de jitomate inoculado con el viroide "PM" jitomate.

Experimento 4.

Tratamiento	Indice de infectividad	Altura cm	Longitud 3 ^a hoja cm	Peso de la planta g.
T ₁ (T.N.)	9	3.9	2.0	2.5
T ₂ (T.L.)	8	4.2	2.0	3.3
<u>Nitrógeno</u>				
N ₁ (P ₁ K ₁)	11	4.1	1.2	2.9
N ₅ (P ₁ K ₁)	13	4.7	1.6	3.5
N ₂₅ (P ₁ K ₁)	2	2.9	0.5	1.2
<u>Fósforo</u>				
(N ₁) P ₁ (K ₁)	11	4.1	1.2	2.9
(N ₁) P ₅ (K ₁)	12	4.5	2.5	4.0
(N ₁) P ₂₅ (K ₁)	14	4.5	2.1	3.7
<u>Potasio</u>				
(N ₁ P ₁) K ₁	11	4.1	1.2	2.9
(N ₁ P ₁) K ₅	9	4.0	2.0	2.5
(N ₁ P ₁) K ₂₅	4	4.4	3.7	4.6
(N ₅) (P ₅) (K ₅)	4	3.1	1.0	1.6
(N ₂₅) (P ₂₅) (K ₂₅)	2	2.6	0.3	1.1

Cuadro 8. Efecto de la nutrición mineral de la hospedera en la patogenicidad del viroide PM del jitomate.

Experimento 4.

Tratamiento	Plantas enfermas a diferentes períodos, en días.				Indice de infectividad
	12	14	17	19	
T_1 (T.N.)	2/4	2/4	2/4	3/4	9
T_2 (T.L.)	1/4	1/4	3/4	3/4	8
<u>Nitrógeno</u>					
$N_1 (P_1 K_1)$	2/4	2/4	3/4	4/4	11
$N_5 (P_1 K_1)$	2/4	3/4	4/4	4/4	13
$N_{25} (P_1 K_1)$	0/4	0/4	1/4	1/4	2
<u>Fósforo</u>					
$(N_1) P_1 (K_1)$	2/4	2/4	3/4	4/4	11
$(N_1) P_5 (K_1)$	2/4	2/4	4/4	4/4	12
$(N_1) P_{25} (K_1)$	2/4	4/4	4/4	4/4	14
<u>Potasio</u>					
$(N_1 P_1) K_1$	2/4	2/4	3/4	4/4	11
$(N_1 P_1) K_5$	1/4	2/4	3/4	3/4	9
$(N_1 P_1) K_{25}$	0/4	0/4	2/4	2/4	4
<u>N P K</u>					
$(N_5) (P_5) (K_5)$	0/4	0/4	2/4	2/4	4
$(N_{25}) (P_{25}) (K_{25})$	0/4	0/4	1/4	1/4	2

El numerador indica el número de plantas infectadas y el denominador el número de plantas inoculadas.

para el tratamiento con potasio en la misma concentración. El mínimo desarrollo fue obtenido en las plantas con el tratamiento con nitrógeno, fósforo y potasio en sus concentraciones altas (Cuadro 9).

La máxima infectividad en este experimento correspondió al tratamiento con nitrógeno en su concentración mínima. La infectividad mínima correspondió al tratamiento con nitrógeno, fósforo y potasio en sus concentraciones altas (Cuadro 10).

En cuanto al efecto de la nutrición sobre plantas de jitomate no inoculadas mantenidas en condiciones controladas fueron obtenidos los siguientes datos: el mejor desarrollo fue obtenido con los tratamientos con nitrógeno y potasio en su concentración baja y fósforo en su concentración media, y con fósforo en su concentración alta. El desarrollo más raquítico correspondió al tratamiento con nutrientes en sus concentraciones altas: 500, 130 y 500 ppm respectivamente (Cuadro 11).

Observando los valores promedios de cada uno de los parámetros medidos (índice de infectividad, altura, etc.) de todos los experimentos en conjunto tenemos que: el índice de infectividad en plantas inoculadas y colocadas en tierra no lavada fue más alto que el de la tierra lavada, en cuanto a los tratamientos con nutrientes tenemos que:

Cuadro 9. Efecto de la nutrición mineral en el desarrollo de las plantas de jitomate inoculado con el viroide "PM" del jitomate.

Experimento 5.

Tratamiento	Indice de infectividad	Altura cm	Longitud 3ª hoja cm	Peso de la planta g.
T ₁ (T.N.)	13	3.4	1.6	1.8
T ₂ (T.L.)	10	3.8	1.8	1.5
<u>Nitrógeno</u>				
N ₁ (P ₁ K ₁)	16	4.0	1.9	1.5
N ₅ (P ₁ K ₁)	9	3.5	1.6	1.6
N ₂₅ (P ₁ K ₁)	8	3.0	4.5	1.3
<u>Fósforo</u>				
(N ₁) P ₁ (K ₁)	16	4.0	1.9	1.5
(N ₁) P ₅ (K ₁)	12	4.3	2.0	1.8
(N ₁) P ₂₅ (K ₁)	12	4.2	2.0	2.7
<u>Potasio</u>				
(N ₁ P ₁) K ₁	16	4.0	1.9	1.5
(N ₁ P ₁) K ₅	8.0	4.5	2.1	2.7
(N ₁ P ₁) K ₂₅	11.0	3.9	1.8	2.0
<u>N P K</u>				
(N ₅) (P ₅) (K ₅)	8.0	3.0	1.8	2.0
(N ₂₅) (P ₂₅) (K ₂₅)	4.0	3.2	1.5	1.0

Los datos son promedio de cuatro repeticiones.

Cuadro 10. Efecto de la nutrición mineral de la hospede-
ra en la Patogenicidad del viroide PM del ji-
tomate.

Experimento 5.

Tratamiento	Plantas enfermas a diferentes períodos, en días.					Índice de infectividad
	13	15	17	20	22	
T_1 (T.N.)	1/4	2/4	3/4	3/4	4/4	13
T_2 (T.L.)	0/4	1/4	2/4	3/4	4/4	10
<u>Nitrógeno</u>						
N_1 (P_1 K_1)	2/4	3/4	3/4	4/4	4/4	16
N_5 (P_1 K_1)	0/4	0/4	2/4	3/4	4/4	9
N_{25} (P_1 K_1)	0/4	2/4	2/4	2/4	2/4	8
<u>Fósforo</u>						
$(N_1) P_1 (K_1)$	2/4	3/4	3/4	4/4	4/4	16
$(N_1) P_5 (K_1)$	0/4	2/4	3/4	3/4	4/4	12
$(N_1) P_{25} (K_1)$	0/4	2/4	3/4	3/4	4/4	12
<u>Potasio</u>						
$(N_1 P_1) K_1$	2/4	3/4	3/4	4/4	4/4	16
$(N_1 P_1) K_5$	0/4	0/4	2/4	3/4	3/4	8
$(N_1 P_1) K_{25}$	0/4	2/4	2/4	3/4	4/4	11
<u>N P K</u>						
$(N_5) (P_5) (K_5)$	0/4	2/4	2/4	2/4	2/4	8
$(N_{25}) (P_{25}) (K_{25})$	0/4	0/4	0/4	1/4	2/4	4

El numerador indica el número de plantas infectadas y el de-
nominador el número de plantas inoculadas.

nitrógeno en su concentración baja induce el índice de infectividad más alto en concentración media se puede observar el menor índice de infectividad. El fósforo en una concentración baja induce el valor más alto de índice de infectividad y con su concentración más alta se obtiene el valor más bajo de índice de infectividad. Con potasio se puede observar que en su concentración baja se obtiene el índice de infectividad más alto y en su concentración media se obtiene el índice de infectividad más bajo.

Con los tres nutrientes en su concentración media tenemos que: obtienen un índice de infectividad más alto que si lo tenemos en sus concentraciones altas (Cuadro 12).

En cuanto al desarrollo de las plantas tenemos que: con nitrógeno en su concentración media así como también el fósforo y el potasio se obtienen los valores más altos en cuanto a los tres parámetros medidos (altura, longitud de la tercera hoja y peso de la planta).

Suministrando los nutrientes en sus concentraciones altas fueron obtenidos los valores más bajos en comparación con todos los tratamientos. Colocando los nutrientes en sus concentraciones medias, fueron obtenidos valores más altos que colocándolos en sus concentraciones altas (Cuadro 12).

Cuadro 11. Efecto de la nutrición sobre planta de jitomate no inoculadas bajo condiciones de cámara de crecimiento.

Tratamiento	Altura (cm)	Longitud hoja (cm)	Peso de la planta (g)
<u>Nitrógeno</u>			
$N_1 (P_1 K_1)$	5.7	8.6	7.0
$N_5 (P_1 K_1)$	5.7	8.8	7.0
$N_{25} (P_1 K_1)$	5.8	8.5	4.5
<u>Fósforo</u>			
$(N_1) P_1 (K_1)$	5.7	8.6	7.0
$(N_1) P_5 (K_1)$	6.5	9.8	8.0
$(N_1) P_{25} (K_1)$	6.5	9.9	8.0
<u>Potasio</u>			
$(N_1 P_1) K_1$	5.7	8.6	7.0
$(N_1 P_1) K_5$	6.7	10.1	6.5
$(N_1 P_1) K_{25}$	6.0	9.0	6.0
<u>N P K</u>			
$(N_5) (P_5) (K_5)$	6.2	9.4	5.0
$(N_{25}) (P_{25}) (K_{25})$	5.0	7.6	2.5

Los datos son promedio de dos repeticiones.

Cuadro 12. Efecto de la nutrición mineral en el desarrollo de plantas de jitomate con el viroide "PM" del jitomate.

Tratamiento	Indice de infectividad	Altura cm	Longitud 3 ^o hoja cm	Peso de la planta g.
T ₁ (T.N.)	13	3.6	1.8	2.1
T ₂ (T.L.)	10	4.0	1.9	2.4
<u>Nitrógeno</u>				
N ₁ (P ₁ K ₁)	10.8	6.7	6.7	4.0
N ₅ (P ₁ K ₁)	7.4	7.7	8.6	4.8
N ₂₅ (P ₁ K ₁)	7.8	6.2	7.1	3.4
<u>Fósforo</u>				
(N ₁) P ₁ (K ₁)	11.2	6.4	6.9	3.8
(N ₁) P ₂₅ (K ₁)	10.2	7.7	8.7	5.1
(N ₁) P ₂₅ (K ₁)	9.4	6.8	7.0	4.2
<u>Potasio</u>				
(N ₁ P ₁) K ₁	11.4	7.4	7.8	4.6
(N ₁ P ₁) K ₅	8.6	7.8	8.5	4.8
(N ₁ P ₁) K ₂₅	9.0	6.7	7.3	4.4
<u>N P K</u>				
(N ₅) (P ₅) (K ₅)	8.0	3.5	1.4	1.8
(N ₂₅) (P ₂₅) (K ₂₅)	4.0	2.9	0.9	1.05

Los datos son promedio de los cinco experimentos.

DISCUSION

El efecto de la nutrición mineral en el desarrollo de las plantas inoculadas en la parte experimental nos mostró que al parecer, el desarrollo óptimo se obtendría con la formula $N_5 P_5 K_5$. Sin embargo, se observó que al tener los tres nutrientes juntos en un tratamiento, los resultados obtenidos fueron muy bajos, y que al parecer tenían un efecto más favorable al suministrarlos en esta concentración en tratamientos por separado y combinados con los nutrientes en sus concentraciones bajas es decir: $N_5 P_1 K_1$, $N_1 P_5 K_1$ y $N_1 P_1 K_5$. Parece ser que la formula con $N_{25} P_{25} K_{25}$ ó $N_5 P_5 K_5$ se obtuvieron plantas con un desarrollo raquítico, debido tal vez a un exceso de salinidad que ocasionaría trastornos en la fisiología de la planta, ya sea osmótica o directamente tóxicos (4).

Por lo que respecta a la infectividad tenemos que el tratamiento con tierra lavada bajó considerablemente la infectividad en todos los experimentos realizados con respecto al tratamiento con tierra no lavada, al parecer al lavar la tierra se pierde un factor importante para el establecimiento y multiplicación del viroide.

En cuanto a los tratamientos con nutrientes podemos decir que al parecer existió una tendencia que al aumentar la concentración del nutriente ya sea nitrógeno, fósforo o

potasio, fueron obtenidos índices de infectividad más bajos. Cabe mencionar que las diferencias obtenidas entre los tratamientos fueron pequeñas. Y las diferencias obtenidas entre cada nutriente, en sus tres concentraciones no fueron significativas al aplicar la prueba estadística de Friedman (19).

Con las combinaciones de $N_5 P_5 K_5$ y $N_{25} P_{25} K_{25}$, se obtuvieron los valores más bajos de infectividad debido tal vez a su concentración.

Observando los resultados, al parecer no existe una influencia marcada de los tratamientos con nutrientes sobre la infectividad del viroide en las plantas del jitomate.

Otra cuestión es que al parecer no existió una relación de: a mejorar desarrollo vegetal, mayor patogenicidad; ya que, plantas con índices de infectividad altos no resultaron ser las mejor desarrolladas, inversamente en plantas bien desarrolladas fueron obtenidos índices de infectividad bajos.

CONCLUSIONES

- 1.- El suelo lavado presentó menor infectividad que el suelo no lavado.
- 2.- No se observó una diferencia marcada y consistente entre los tratamientos nutricionales sobre la infectividad del Viroide.
- 3.- El uso de nutrientes en forma sólida fue más práctico que el de nutrientes administrados en solución.

BIBLIOGRAFIA

1. Bawden, F.C., and B. Kassanis, 1950. Some effects of host nutrition on the susceptibility of plants infection by certain viruses. *Ann. Appl. Biol.* (30): 46-57.
2. Bawden, F.C., and B. Kassanis. 1950. Some effects of host nutrition on the multiplication of viruses. *Ann. Appl. Biol.* (37): 215-227.
3. Belalcazar, C.S., and Galindo, A.J. 1974. Estudio sobre el virus de la "Planta Macho" del jitomate. *Agrociencia.* (18): 79-88.
4. Bernstein, L. 1975. Effects of salinity and sodicity on plant growth. *Ann. Rev. Phytopathol.* (13): 295-312.
5. Bidwell, R.G. 1979. *Plant Physiology.* Macmillan Publishing Co. Inc, New-York. 726. pp.
6. Colhourr, L. 1973. Effects of environmental factors on plant disease. *Ann. Rev. Phytopathol.* (11): 343-364.

7. Diener, T.O. 1979. Viroids and viroid diseases. Wiley-Interscience, New-York. 407 pp.
8. Epstein, E. 1973. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. Wiley, New-York, 407. pp.
9. Galindo, A.J., D.R. Smith and T.O. Diener. 1982. Etiology of "Planta Macho", a viroid disease of tomato. Phytopathology. 72: 49-54.
10. Huber, M.D., and R.D. Watson. 1974. Nitrogen form and plant disease. Ann. Rev. Phytopathol. (12): 139-165.
11. Humber, M.D. 1978. Disturbed mineral nutrition. Plant disease. Vol. III: 163-178. Academic Press. Inc. New-York.
12. Huber, M.D. 1980. The role of mineral nutrition in defense. Plant disease. Vol. V: 381-404. Academic Press. Inc. New-York.
13. Porto, M.D.M. and D.J. Hagedorn. 1975. Effects of temperature and fertility on a brazilian soybean mosaic. Plant. Dis. Repr. 59: 947-950.

14. Pound, G.S., and L.G. Weathers. 1953. The relation of host nutrition to multiplication of turnip virus I in Nicotiana glutinosa and N. multivalvis. Phytopathology. 43: 669-674.
15. Schoeneweiss, D.F. 1975. Predisposition, stress and Plant disease. Ann. Rev. Phytopathol. (13): 193-211.
16. Strobel, G.A. 1970. Outlines of Plant Pathology. Van Nostrand Reinhold Company. New-York. 465 pp.
17. Weathers, L.G. and S. Pound. 1954. Host nutrition in relation to multiplication of tobacco mosaic virus in tobacco. Phytopathology. 44: 74-80.
18. Weathers, L.G., M.K. Harjung and P.G. Plant. 1965. Some effects of host nutrition on symptoms of exocortis In: Proc. 3rd. Conf. Intl. Org. Citrus Virologist. (W. C. Price, Ed.), Univ. Florida Press, Gainesville, 102-107 pp.
19. Leach. C. 1982. Fundamentos de estadística; enfoque no paramétrico para ciencias sociales. Ed. Limusa. México. 283-293 pp.