



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



**MEMORIA
DE LA
28^a REUNION ANUAL**

**Agosto 9-15, 1992
Santo Domingo, República Dominicana**

Publicado por:

**Sociedad Caribeña de Cultivos Alimenticios y
Fundación de Desarrollo Agropecuario**

Santo Domingo, República Dominicana



EFFECTOS DEL CALCIO SOBRE SEVERIDAD DEL TIZON TEMPRANO CAUSADO POR *Alternaria solani* EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum*)¹

Rosa Marfa Méndez Bautista²
Elkin Bustamante Rojas³

RESUMEN

Con el objetivo de determinar respuestas en severidad del tizón temprano a la aplicación foliar de nitrato de Ca a un suelo fértil y a otro no fértil, se realizó el presente trabajo bajo condiciones de invernadero en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. El diseño experimental consistió en parcelas subdivididas con distribución en bloques al azar y arreglo factorial. Plantas del cultivar Dina guayabo fueron inoculadas con el hongo a los 45 y 60 días después de la siembra con una suspensión de 8,000 conidias/ml. La severidad se determinó por el tamaño de lesión en mm². No hubo diferencias significativas para las fuentes y niveles de aplicación, pero sí para la interacción fuente*nivel.

El menor tamaño de lesión en las hojas se produjo al aplicar nitrato de Ca en dosis 2.4 g/2 kg de suelo. En aplicación foliar se registró menor tamaño de lesión al usar nitrato de Ca a una dosis de 16 g/1 de Ca. Con relación a las posiciones de hojas en las plantas, las fuentes se comportaron de igual manera, ya que las hojas superiores mostraron menor severidad que las inferiores.

¹Trabajo presentado en la XXVIII Reunión Anual de la Sociedad Caribeña de Cultivos Alimenticios.

²Lic. en Biología, M. Sc., Fitopatóloga, Investigadora Proyecto Título XII, SEA, CESDA, Apdo. postal No. 24, San Cristóbal, República Dominicana.

INTRODUCCION

El tomate es una de las hortalizas más importantes por constituir un fuerte renglón de ingresos en el comercio de productos comestibles frescos e industrializados. Entre los principales patógenos que atacan el cultivo, se encuentra el hongo *Alternaria solani*, causante de la enfermedad conocida como tizón temprano o alternariosis. Esta enfermedad en el cultivo de tomate constituye uno de los problemas fitopatológicos más serios con que se enfrenta el productor en gran número de países. Las pérdidas provocadas por la enfermedad en el cultivo, pueden variar del 20 al 100% de acuerdo al cultivar y el nivel de infección.

En los últimos años el efecto de la nutrición mineral sobre las enfermedades de las plantas, ha recibido considerable atención, especialmente los macronutrientes (Graham, 1983). Las fertilizaciones de Ca, P y N, así como la incorporación de materia orgánica, disminuyen la incidencia de enfermedades bacteriales y de algunos hongos, ya que estos elementos incrementan la población microbiana del suelo e inhiben a los organismos patogénicos por competencia biológica (Rodríguez, 1989). La defensa de las plantas ante el ataque de las enfermedades depende del vigor general que tengan, así como el desarrollo fenológico que presentan. Las plantas con estrés por nutrientes son más susceptibles a las enfermedades. Si las plantas reciben elementos minerales en exceso, pueden también predisponerse al ataque de las enfermedades; por lo tanto, es necesario balancear la nutrición de las plantas buscando el nivel óptimo. Los elementos minerales están directamente involucrados en todos los mecanismos de defensa, ya que son componentes integrales de células, substratos y enzimas además de actuar como inhibidores y reguladores del metabolismo (Huber, 1980). Con la adición de compuestos calizos, como el carbonato cálcico (CaCO_3) ó el óxido de calcio (CaO), buena parte de los iones hidrógeno son sustituidos por iones de Ca. Encalar un suelo ácido hasta que alcance un pH alrededor de 6,5 es deseable para mantener en alto grado de disponibilidad la mayoría de los nutrientes requeridos por las plantas. La práctica de encalar los suelos hasta alcanzar la neutralidad no es efectiva, ya que resulta en un descenso en la producción, ocasionado por la deficiencia de

nutrimentos, y por una disminución en la disponibilidad de P (Bonnet, 1968).

Los principales efectos de la cal sobre el suelo, pueden ser: Físicos: asocio de las partículas muy finas en suelos densos, formando una estructura granular favorable. Químicos: reducción de la acidez. Las plantas asimilan elementos tales como, P, Ca y Mn. Reduce la concentración del Fe, Al y Mg. Biológicos: estimula el metabolismo general de los organismos heterótrofos del suelo. Incrementa la actividad de la materia orgánica y del nitrógeno en un suelo ácido.

El objetivo general del presente trabajo fueron determinar: El efecto del Ca como inductor de resistencia en la interacción tizón temprano x tomate. Como objetivos específicos determinar:

- Efecto de la aplicación foliar de nitrato de Ca a diferentes niveles (dosis), estados fenológicos y posiciones de las hojas de tomate sobre la severidad del tizón temprano.
- La respuesta en severidad del tizón temprano a diferentes fuentes de Ca, niveles y posiciones de las hojas, en un suelo fértil y en un suelo no fértil.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó bajo condiciones de invernadero en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. Se usaron dos suelos, perteneciente a la Serie Instituto del CATIE, clasificados como Isohyperthermic, halloysitic Typic Humitropept (Aguirre, 1971). El cultivar de tomate fué Dina guayabo, originario de Panamá y mejorado por su buena adaptación al trópico húmedo. Como fuentes de Ca se usaron el carbonato, fosfato (0-46-0) y nitrato. Para la inoculación se usaron esporas de *A. solani* y cámara húmeda.

Para el aislamiento de *A. solani* se utilizaron muestras frescas de plantas de tomate recolectadas en el campo, con síntomas típicos de tizón temprano. Se seleccionaron las hojas más representativas de las plantas infectadas por la enfermedad, las cuales fueron desinfectadas antes de la siembra en medio de cultivo agar-agua. Los aislamientos

puros de *A. solani* fueron obtenidos en medio de cultivo de jugo V-8. La esporulación del hongo fué inducida mediante el método de luz ultravioleta combinado con el método de Dhingra y Sinclair (1985). Para obtener la suspensión a la concentración requerida, el inóculo se centrifugó a 3,000 rpm durante 20 min. Posteriormente, se realizó el conteo de las esporas de *A. solani* usando un hematocímetro.

Las plantas fueron inoculadas con el hongo a los 45 y 60 días después de la siembra, con una suspensión de 8,000 conidias/ml. La inoculación se realizó colocando un disco de papel filtro impregnando de la suspensión del patógeno, en el penúltimo trifolio de las hojas inferiores y penúltimo de las superiores en cada planta. Las variables evaluadas fueron: severidad, tasa de desarrollo de la enfermedad (r) y pH del suelo. La severidad se determinó por el tamaño de la lesión en mm^2 . A los 5, 7, 9 y 11 días después de la inoculación, se tomaron dos diámetros a las manchas producidas por *A. solani* en las hojas, luego se calculó el área, para determinar que porcentaje de las hojas resultó afectado, con base en el índice de área foliar. En cuanto a la evaluación de la acidez, antes y después de la aplicación de los tratamientos al suelo, se midió el pH del suelo, y del suelo más plantas.

El ensayo se dividió en tres etapas; primero, se aplicó nitrato de Ca al follaje, en los estados de prefloración y floración del cultivo. En la segunda y tercera etapas se hicieron aplicaciones de carbonato, nitrato y fosfato de Ca en un suelo fértil y no fértil respectivamente. Las fuentes de Ca en los suelos fértil y no fértil, se aplicaron usando cuatro dosis (0, 1, 2; 2, 4; 3, 6 g de Ca/2 kg de suelo).

Los suelos usados fueron previamente caracterizados y desinfectados con bromuro de metilo en dosis de 1 lb/m^3 . Los tratamientos consistieron en la combinación de los factores estados x niveles x posiciones, para el ensayo de aplicación de Ca al follaje, y la combinación de fuentes x niveles x posiciones para la aplicación de fuentes de Ca al suelo. El diseño experimental consistió en parcelas sub-divididas con distribución en bloques al azar con 3 repeticiones y arreglo factorial. Las unidades experimentales consistieron en macetas plásticas, conteniendo cada una 2 kg de suelo y 2 plantas de tomate. Los análisis de la información se realizaron sobre los datos transformados por la ecuación $\text{Ln}(Y) = \ln(y) + rt$. Los datos trans-

formados fueron analizados por medio de regresión lineal, con la cual se determinó la pendiente de la recta para cada uno de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aplicación Foliar de Nitrato de Ca.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis de varianza, se encontró diferencias significativas para las posiciones de las hojas, en relación al grado de severidad expresado como el tamaño de la lesión en mm^2 , en cada una de las hojas inoculadas. Las hojas superiores resultaron con menor tamaño de lesión que las inferiores (Fig. 1). También hubo diferencias significativas para las posiciones con respecto a la tasa de desarrollo de la enfermedad (r) (Fig. 2). La interacción estado* posición, presentó diferencias significativas, en función a la tasa de desarrollo de la enfermedad (r), en el estado de prefloración, las hojas inferiores presentaron mayor desarrollo de lesión que las superiores mientras que para el estado de floración, no se observó diferencias de comportamiento entre las posiciones de las hojas.

Para los testigos en estado de prefloración, las hojas inferiores presentaron mayor desarrollo de la enfermedad que las superiores. Al analizar la interacción (Est. x Niv. x Pos.) mediante el método de regresiones, se encontró que para el estado de floración, hoja inferior, el comportamiento de la enfermedad presentó una relación lineal, pues a medida que se aumentaron los niveles de Ca disminuyó la tasa de desarrollo de la enfermedad (r).

Aplicación de Carbonato, Nitrato y Fosfato de Ca en un Suelo no Fértil

Los análisis de varianza arrojaron diferencias altamente significativas ($P=0.0001$) entre las posiciones de las hojas, tanto para la severidad, así como para la tasa de desarrollo de la enfermedad (r). En cuanto a la variable tamaño, a los nueve días después de la inoculación, se observó diferencia significativa, para la interacción fuente*posición. Los resultados al respecto se muestran a continuación en el cuadro 1.

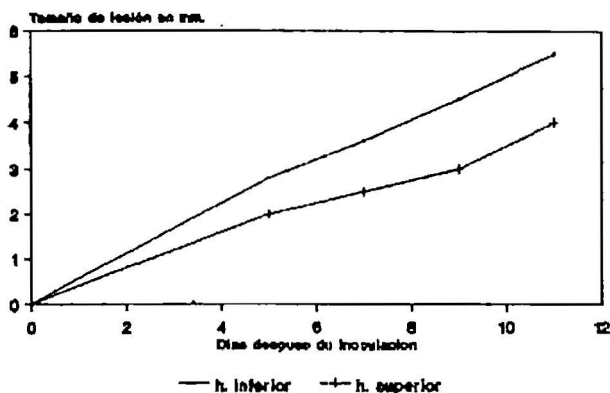


Fig. 1. Severidad de tizón temprano en tomate en función al tiempo. Comparación de dos posiciones de las hojas.

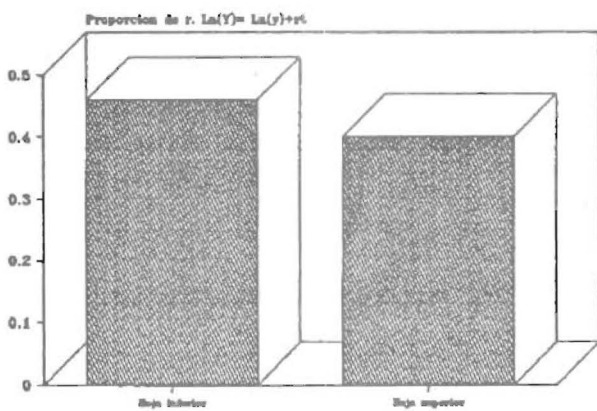


Fig. 2. Desarrollo de la enfermedad para las posiciones de de las hojas en la planta.

Cuadro 1. Promedios para el tamaño de lesión respecto a la interacción fuente*posición a los nueve días después de la inoculación (ensayo 2)

Fuentes	Posiciones	Tamaño lesión (mm ²)
H. Superior	Carbonato de Ca	3.9
	Nitrato de Ca	3.6
	Fosfato de Ca	3.9
H. Inferior	Carbonato de Ca	4.8
	Nitrato de Ca	4.8
	Fosfato de Ca	5.4

Dicha interacción fué analizada mediante regresión lineal, cuadrática y cúbica, y no fué posible encontrar el modelo que explique el comportamiento de las fuentes con relación a las dosis de aplicación. Mediante comparación de medias, se encontró que el nitrato de Ca aplicado a una dosis de 1,2 g de Ca/2kg de suelo produjo mayor tamaño de lesión, mientras que la misma fuente a una dosis de 2,4 g de Ca/2kg de suelo, produjo el menor tamaño de lesión. La interacción fuente*nivel*posición, también presentó diferencias significativas para la variable tamaño a los 11 días después de la inoculación. A cada uno de los factores se le hizo separación de medias, y se determinó que el mayor tamaño de lesión se produjo en las hojas inferiores, al aplicar fosfato de Ca a una dosis de 2,4 g de Ca/2kg de suelo; mientras que el menor tamaño se presentó para las hojas superiores, cuando se aplicó nitrato de Ca a una dosis de 2,4/2kg de suelo.

Aplicación de Carbonato, Nitrato y Fosfato de Ca en un Suelo Fértil

Cuando se aplicaron dichas fuentes en un suelo fértil, no hubo efecto de los tratamientos en ninguna de las variables evaluadas. Con respecto al tamaño de lesión, resultó una interacción nivel*posición, significativa a los 5 y 7 días después de la inoculación. Mediante comparación de medias se observó que el comportamiento de la

enfermedad para ambas fechas fue similar. Las hojas inferiores mostraron tamaño de lesión significativamente mayor que las hojas superiores con relación a los diferentes niveles de Ca. El modelo que mejor explica el comportamiento de las posiciones según los niveles, corresponde a las siguientes ecuaciones:

$$* Y = 0,1975 + 1,2909 NC - 0,2478 NC^2 \text{ a los 5 DDI}$$

$$* Y = 0,9687 + 0,9556 NC - 0,1843 NC^2 \text{ a los 7 DDI}$$

* NC= Niveles de Ca

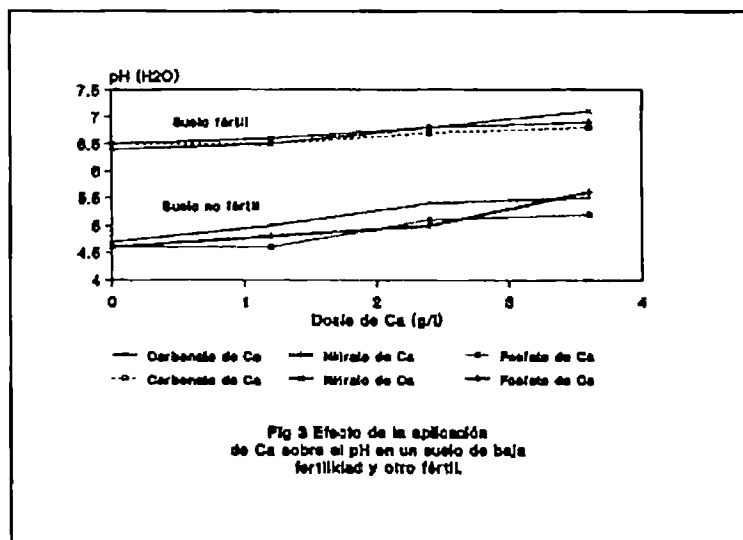
Al comparar los dos suelos usados se encontró diferencias significativas $P=0.0001$ para el tamaño de lesión; las hojas presentaron menor severidad cuando se usó un suelo fértil en comparación al suelo no fértil.

Para determinar la concentración de Ca en las hojas y el efecto de éste sobre la disponibilidad de algunos elementos, se realizaron análisis de varianza a fin de interpretar los resultados de análisis de tejido foliar obtenidos en el laboratorio de suelos del CATIE. Los resultados fueron los siguientes: Hubo diferencia altamente significativa para la fuente de variación Ca con respecto a los diferentes niveles (dosis) de nitrato de Ca aplicados al follaje. Según la ecuación de regresión el modelo que mejor explica el comportamiento del Ca, P y N en las hojas corresponde a una respuesta lineal positiva. Los resultados correspondientes a la aplicación de las fuentes de Ca a un suelo fértil y a otro no fértil se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Promedio para el contenido de calcio en hojas de tomate en respuesta a cuatro niveles de Ca aplicados a un suelo fértil y otro no fértil.

Niveles	dosis (g/maceta)	Contenido de Ca (%)	
		S. Fértil	S. no Fértil
1	0	2,7	1,1
2	1,2	2,8	1,5
3	2,4	3,0	1,6
3	3,6	3,3	1,7

El contenido de nutrimento en las hojas, para los elementos P, N, K y Mg, no presentó diferencias significativas para las fuentes y los niveles de aplicación. El P en las hojas también aumentó en respuesta a los niveles de Ca, pero este caso sólo se presentó cuando se aplicó nitrato de Ca al follaje. En cuanto a la aplicación de fuentes de Ca al suelo, el contenido de N, P, K y Mg en las hojas, no presentó diferencias significativas, ya que se encontraban en concentración normal. Con relación a la acidez del suelo, se observó un aumento del pH a medida que se incrementaron las dosis de Ca (Fig. 3).



Discusión de Resultados

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación es evidente que el Ca es un elemento que bajo ciertas condiciones tiene efectos importantes en la reducción del grado de severidad del tizón temprano en tomate. El menor desarrollo de lesión se obtuvo cuando se aplicó el nitrato de Ca a una dosis de 16 g/l de Ca. Engelhard (1989), reporta que al hacer aplicaciones de compuestos conteniendo Ca particularmente nitrato y sulfato de Ca, sobre el control de *Sclerotium rolfsii* en tomate, se obtuvo una satisfactoria reducción de la enfermedad. También encontró que al hacer aplicaciones de nitrato de Ca en tomate previa inoculación con *S. rolfsii*, se redujo el nivel de desarrollo de la enfermedad. El efecto del nitrato de Ca se hizo notoriamente visible en las hojas superiores de las cuales presentaron menor severidad y desarrollo de lesión que las inferiores. Kelman (1989), reporta que la aplicación de Ca afecta la suavidad de los tejidos y la integridad de la pared celular de algunos cultivos, como es el caso del pepino y la papa. Las hojas jóvenes y en crecimiento activo tienen mayor grado de resistencia a la enfermedad, el efecto del nitrato de Ca sobre el control de la enfermedad, no se ejerce directamente sobre el patógeno, sino que se debe al efecto del nitrato que al aumentar la concentración de calcio en los tejidos vegetales, constituye una especie de barrera que hace que la planta presente cierto mecanismo de defensa ante el ataque del patógeno.

Cuando los factores FUE*NIV estuvieron combinados, se encontró efecto positivo sobre el tamaño de lesión causado por *A. solani*. La efectividad del nitrato, sulfato y otras fuentes de Ca, sobre el crecimiento de algunos patógenos como en el caso del hongo *S. rolfsii*, está influenciada por ciertas condiciones tales como: textura del suelo, humedad, pH, dosis y métodos de aplicación (Punja, 1982). El nitrato de Ca como fuente resultó con mejores efectos sobre la severidad de la enfermedad; quizás esto se debe a que los nitratos son elementos muy solubles y por tanto el Ca haya sido absorbido y redistribuido en las plantas con mayor facilidad cuando se usó esta fuente de Ca. El carbonato de Ca fue aplicado 20 días antes de la siembra para su incorporación al suelo y por ende a la planta, como recomiendan algunos autores. Sin embargo otros como Sánchez (1981), reportan que en algunos suelos ácidos las aplicaciones ade-

cuadas de cal pueden tener efecto residual a largo plazo, y relativamente corto en otros. Bonnet (1968), considera que se obtienen mejores resultados con las fuentes o enmiendas calizas, cuando se aplica la cal por lo menos, 6 meses antes de la siembra. Mercadal (1989), encontró que el Ca tiene un importante efecto sobre la disminución de la marchitez bacterial en tomate causado por *Pseudomonas solanacearum*. Es posible que el tiempo de aplicación de carbonato de Ca, no haya sido el más recomendable para obtener mejores resultados. Alas (1989), afirma que las plantas con niveles adecuados de fertilidad presentan tolerancia al tizón temprano, pero que cuando se adiciona Ca esta tolerancia es mayor. Cuando se aplicaron las fuentes de Ca en un suelo con buena fertilidad, el efecto de éstas como tal no se hizo visible, ya que todos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar.

El suelo fértil redujo significativamente la severidad y la tasa de desarrollo de la enfermedad en comparación con el suelo no fértil. Los niveles de infección del patógeno, así como los niveles de fertilidad de suelo y las condiciones del suelo al tiempo de la aplicación, influyen marcadamente en la respuesta de los compuestos de Ca sobre el control de la enfermedad (Engelhard, 1989). El pH del suelo aumentó considerablemente en respuestas a las aplicaciones de Ca.

Los análisis foliares se realizaron con el objetivo de conocer algunos aspectos nutricionales de la planta en los estados de prefloración y floración respectivamente. Además con el propósito de conocer de que manera el Ca influye en algunos nutrimentos de la planta. Cuando se aplicó el nitrato de Ca al follaje, se encontró que el contenido P, N y Ca en las hojas aumentó considerablemente conforme a la aplicación foliar de cuatro niveles de nitrato de Ca. La concentración de P en estado de prefloración fue mayor que en estado de floración. Los niveles (0 y 8 g/l de Ca) no presentaron diferencias significativas entre sí, pero sí con respecto a los niveles (16 y 24 g/l de Ca) que a su vez fueron iguales, teniendo éstos la mayor concentración de Ca. Aunque los resultados obtenidos en este experimento difieren de los obtenidos por los autores mencionados, coinciden con los reportes de otros autores quienes señalan entre los efectos químicos de la cal, una mejor asimilación de ciertos elementos por las plantas, entre ellos el

P, Ca y Mg (Firman, 1958). El encalado tiene efectos diferentes sobre la disponibilidad de P, pequeñas aplicaciones con carbonato de Ca son a menudo beneficiosas, en cambio cantidades demasiado altas resultan perjudiciales sin que éste efecto sea permanente (Black, 1975).

BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE, V. (1971). Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA. Turrialba C. R. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. 139 p.

ALAS, J. (1989). Efecto del calcio y fósforo sobre la severidad del tizón temprano (*A. solani*) en tomate (*L. esculentum*) Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., CATIE. 90 p.

BLACK, C. (1968). Relación suelo-planta. Tra. del inglés por Armando Rabuffetti. Buenos Aires, Hemisferio Sur. P 676-678.

BONNET, J. (1968). La ciencia del suelo. Rio Piedras, P. R. 233 p.

DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J. B. (1985). Basic plant pathology methods. Boca Ratón, Fla. CRC press. 355 p.

ENGELHARD, A. W. (1989). Management of diseases with macro and microelements soilborne plant pathogens St. Paul, Minnesota. 217 P.

GRAHAM, R.D. (1983). Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. Advances in Botanical Research (EE UU). 10: 221-278.

HUBER, D. M. (1980). The role of mineral nutrition in defense in plant disease. Ed. por J. G. Horsfall; E. B. Cowling. New York, Academic Press. p 381-406.

KELMAN, A.; McGUIRE, R.; TZENG, K. C. (1989). Reducing the severity of bacterial soft rot by increasing the concentration of calcium in potato tubers. In Soilborne plant pathogens. Management

of diseases with macro and microelements. Ed by A. W. Engelhard. St. Paul, Minnesota. p 102-107.

MERCADAL, R. (1989). Incidencia a marchitez bacterial en el Cultivo de Tomate (*L. esculentum* Mill) en respuesta a niveles de estiércol y cal en Turrialba, C. R. Mag. Sc. Turrialba, C. R. CATIE. 115 P.

PUNJA, S. K; CARTER, J. D; CAMPBELL, G. M. et al. (1986). Effects of calcium and nitrogen fertilizers, fungicides and tillage practices on incidence of *Sclerotium rolfsii* on processing carrots. Plant Disease (EE. UU.) 70 (9) 819-824.

RODRIGUEZ, C. A. (1980). Persistencia de *Pseudomonas solanacearum* en suelos naturalmente infectados en Turrialba. Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. p. 87.

SANCHEZ, P. (1981). Suelos del Trópico: Características y manejo. Trad del inglés por Edilberto Camacho. San José, C. R., IICA. 634 p.