

EFFECTO DE LA APLICACION DE CALCIO Y FOSFORO EN ULTISOLES E INCEPTISOLES SOBRE EL DESARROLLO DE LA TELARAÑA (*Thanatephorus cucumeris*) EN FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*)^{1/*}

Fabio Chaverri **
Luis Carlos González ***
Floria Bertsch ****

ABSTRACT

Effect of the Ca and P application on Ultisols and Inceptisols, in the development of web blight (*Thanatephorus cucumeris*) on common beans (*Phaseolus vulgaris*). Lime (CaCO₃) and phosphorus (P₂O₅) application to the soil, were evaluated for their effect on the development of web blight (*Thanatephorus cucumeris* [Frank] Donk) in common beans (*Phaseolus vulgaris* L. Huetar variety). The severity of the disease was then related to the nutritional condition of the plant. Two soils from the Río Frío area of Costa Rica, an Ultisol and an Inceptisol were used for the study. The level of lime was 1.5 t/ha in the Ultisol, and 0.5 t/ha in the Inceptisol. The level of phosphorus was 150 kg/ha in the Ultisol, and 100 kg/ha in the Inceptisol. Disease severity was measured in the field, on artificially inoculated leaves in petri dishes. The relation between the nutrient levels in the leaves and the disease development was established. Plants that grew in limed soils were less susceptible to the fungus attack. The phosphorus application had a similar effect. Lower Ca and P levels in the leaves, were related with a higher susceptibility of the leaves. Plants that grew in the Ultisol had lower foliar levels of Ca and P, and their leaves were more susceptible in comparison with the plants in the Inceptisol. The reduction of the susceptibility level was attributed to the importance of the Ca as component of calcium pectate in the middle lamella, and the P as component of the phospholipids in cellular membranes.

INTRODUCCION

Río Frío es una zona de Costa Rica clasificada dentro de las regiones del trópico bajo muy húmedo, donde la enfermedad más limitante en el

cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la telaraña causada por el hongo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, estado perfecto de *Rhizoctonia solani* Kühn (Universidad de Costa Rica, 1987); las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad pueden ser sumamente elevadas, tanto que en algunos casos el cultivo queda totalmente destruido (González, 1972; Galvez *et al.*, 1980; Pastor-Corrales, 1985b).

En la zona de Río Frío predominan 2 clases de suelos, los aluviales recientes y los aluviales desarrollados, formados a partir de coladas de lodo y aluviones viejos que, en términos taxonómicos, corresponden a los órdenes Inceptisoles y Ultisoles, respectivamente (Universidad de Costa Rica, 1984).

- 1/ Recibido para publicación el 2 de abril de 1993.
* Parte de la Tesis de M.Sc. presentada por el primer autor ante el Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
** Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales, Programa de Plaguicidas. Heredia, Costa Rica.
*** Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
**** Departamento de Suelos, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

En estudios realizados con frijol en esta zona, se ha informado de contrastes en la severidad del ataque de telaraña en plantaciones ubicadas en diferentes fincas, aunque los experimentos se lleven a cabo durante la misma época y con la misma semilla. Los investigadores han propuesto que estas diferencias pueden haber sido ocasionadas por factores edáficos o de inóculo primario (Universidad de Costa Rica, 1986). En otros estudios realizados en esta zona, donde se han analizado diversos factores edáficos y nutricionales en el cultivo del frijol, de manera preliminar se ha notado que, de acuerdo al tipo de suelo donde se ubiquen los experimentos, o debido a diferencias entre tratamientos de encalado y/o fertilización fosfórica, la telaraña presenta diferentes grados de severidad en las plantas.

Existe poca información sobre el efecto que tienen los desequilibrios nutricionales en el desarrollo de esta enfermedad. Echandi (1962) informó que plantas de frijol desarrolladas en medios carentes de N, P, K, Ca y Mg, inoculadas en el follaje con el hongo, mostraron diferencias en la intensidad del ataque de éste; encontró que las plantas más afectadas fueron las desarrolladas en el medio carente de Ca. Sin embargo, en su informe no explica cómo realizó el experimento ni se presentan los datos obtenidos. En la zona de Pérez Zeledón, Costa Rica, Ruiz (1987) evaluó 4 cultivares de frijol común y encontró que el encalado redujo significativamente la incidencia del hongo a nivel de campo, y atribuyó esto a un efecto beneficioso del Ca en el combate de la enfermedad;

pero en este experimento no se evaluaron los contenidos de los elementos en la planta.

Dada la relevancia que tiene la telaraña en el cultivo del frijol común en zonas del trópico muy húmedo, es importante determinar el efecto de todos aquellos factores que de una forma u otra favorecen el desarrollo de la enfermedad, con el fin de poder diseñar un manejo integrado adecuado y eficiente.

En consecuencia, los objetivos de este estudio fueron: determinar el efecto que tiene la aplicación de cal y P, en los 2 órdenes de suelo predominantes de la zona de Río Frío, sobre el desarrollo de la telaraña en frijol común; y determinar la relación que existe entre la enfermedad y la condición nutricional de las plantas.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos fueron ubicados en Río Frío, cantón de Sarapiquí, provincia de Heredia, Costa Rica. El clima de la región se clasifica como tropical lluvioso y la zona es considerada como representativa del trópico húmedo basal (Hancock y Hargreaves, 1977; Holdridge, 1979).

Se escogieron 2 fincas con suelos representativos de cada uno de los órdenes principales (Cuadro 1). Las fincas se eligieron por estar localizadas en una zona donde la telaraña es considerada como el principal factor limitante en el cultivo del frijol común, y porque en ellas se habían presentado ataques severos de esta enfermedad en años anteriores.

Cuadro 1. Análisis de los 2 suelos utilizados en los experimentos.

Suelo 1 Ultisol				Clase de suelo: Typic Haplohumults							
KCl	pH	H ₂ O	Ca	K	Mg	acidez	P	Fe	Cu	Zn	Mn
				cmol(+)/L					mg/L		
4,0		4,4	0,39	0,12	0,17	1,32	5	585	11	19	26
% Saturación de Acidez: 66%			CICE: 2,00								
Textura 0-20 cm: Arcilloso			% M.O.= 2,99								
Suelo 2 Inceptisol				Clase de suelo: Andic Dystropepts							
KCl	pH	H ₂ O	Ca	K	Mg	acidez	P	Fe	Cu	Zn	Mn
				cmol(+)/L					mg/L		
5,1		6,1	2,55	0,29	0,45	0,15	8	155	3	7	10
% Saturación de Acidez: 4,36%			CICE: 3,44								
Textura 0-20 cm: Franco arenoso			% M.O.= 5,29								

En julio de 1989 se realizó la preparación del terreno, marcación de las parcelas y aplicación de la cal (piedra caliza molida, CaCO_3). La aplicación del P y la siembra se efectuaron 45 días después del encalado. La dosis de P fue suplida mediante triple superfosfato (0-46-0). Se hizo una aplicación de un herbicida preemergente, pendimetalina (Prowl 330E, a razón de 1,5 L/ha), 2 días después de la siembra. Se utilizó la variedad de frijol Huetar. En el Cuadro 2 se describen los tratamientos evaluados.

Cuadro 2. Combinación de dosis de P y cal para establecer los tratamientos evaluados en los ensayos.

Tratamiento	CaCO_3 (t/ha)	P_2O_5 (kg/ha)
Suelo 1 Ultisol		
0Ca0P	0	0
0Ca1P	0	150
1Ca0P	1,5	0
1Ca1P	1,5	150
Suelo 2 Inceptisol		
0Ca0P	0	0
0Ca1P	0	100
1Ca0P	0,5	0
1Ca1P	0,5	100

En los 2 experimentos se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo factorial 2 X 2, y 4 repeticiones. La parcela total consistió de 6 surcos de 4,5 m de largo, separados 0,6 m entre sí (área total = 16,2 m²). La distancia entre plantas fue de 0,25 m. Los 4 surcos centrales conformaron la parcela útil.

Las variables dependientes que se evaluaron fueron:

- Severidad de la telaraña en el campo, según la escala propuesta por el CIAT (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1985).
- Susceptibilidad de hojas sanas de frijol a inoculación con esclerocios de *Thanatephorus cucumeris*, según la metodología descrita por Rojas-Jiménez y colaboradores (1988). Las hojas para dichas evaluaciones fueron tomadas cuando las plantas se encontraban en la etapa de prefloración; se eligieron 10 hojas trifoliadas sanas y bien desarrolladas. Las hojas se colocaron en cámaras húmedas (platos petri de 15 cm de diámetro con papel filtro humedecido con

agua destilada), para ser inoculadas con una suspensión esclerocios (100 esclerocios en 1 ml de agua/plato). Se cuantificó el número de lesiones individuales de la enfermedad y el porcentaje de área foliar enferma, 2 y 4 días después de la inoculación, respectivamente.

- Niveles foliares de los elementos esenciales, determinados mediante la metodología propuesta por Díaz-Romeu y Hunter (1978).

Para determinar el efecto del tipo de suelo sobre la susceptibilidad del frijol a la telaraña, se llevó a cabo un análisis conjunto de los 2 experimentos mediante un diseño anidado. Para ello, los tratamientos (factores) de encalado y fertilización fosfórica fueron "anidados" dentro del factor suelo, debido a que los tratamientos fueron para cada orden de suelo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 presenta la distribución de la precipitación durante el período en que se realizó el estudio en comparación con la precipitación promedio de la zona. La lluvia fue mucho menor que el promedio para la zona, antes, al inicio y al final de la siembra.

La Figura 2 representa el incremento de la severidad de la telaraña en las parcelas de frijol, ubicadas en los 2 órdenes de suelo estudiados. No se encontraron diferencias significativas de severidad entre las medias del área bajo la curva para los tratamientos evaluados en los 2 experimentos (Figura 2), porque la enfermedad empezó a desarrollarse tardíamente, contrario a lo que se esperaba en esa época del año. La considerable disminución de la precipitación durante el desarrollo del cultivo, especialmente durante el primer mes, parece ser la causa principal de este fenómeno, ya que una condición desfavorable como ésta restringe considerablemente la incidencia y desarrollo de la enfermedad (Pastor-Corrales, 1985). Aún así, se notó una mayor predisposición a la enfermedad en el Ultisol, en comparación con el Inceptisol.

En el Cuadro 3 se presentan las medias, tanto del número de lesiones por plato como el porcentaje de área foliar afectada, obtenidas en la prueba de inoculación de hojas con esclerocios en el laboratorio. En general, tanto el número de lesiones como el área afectada disminuyeron en las hojas procedentes de suelos en los que se aplicó CaCO_3 y P_2O_5 , y en especial cuando se aplicaron

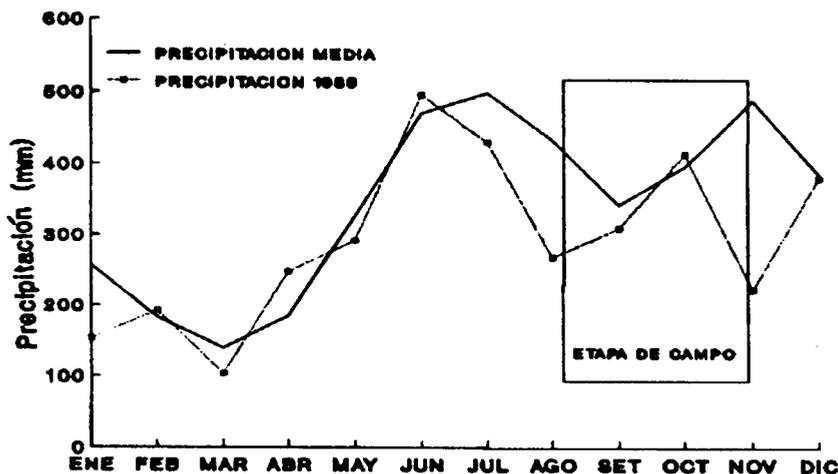


Fig. 1. Distribución de la precipitación a lo largo del año en la región de Río Frío. Precipitación media calculada para el período 1970-1988.

Fuente: Estación Meteorológica de la Standard Fruit Company, Río Frío.

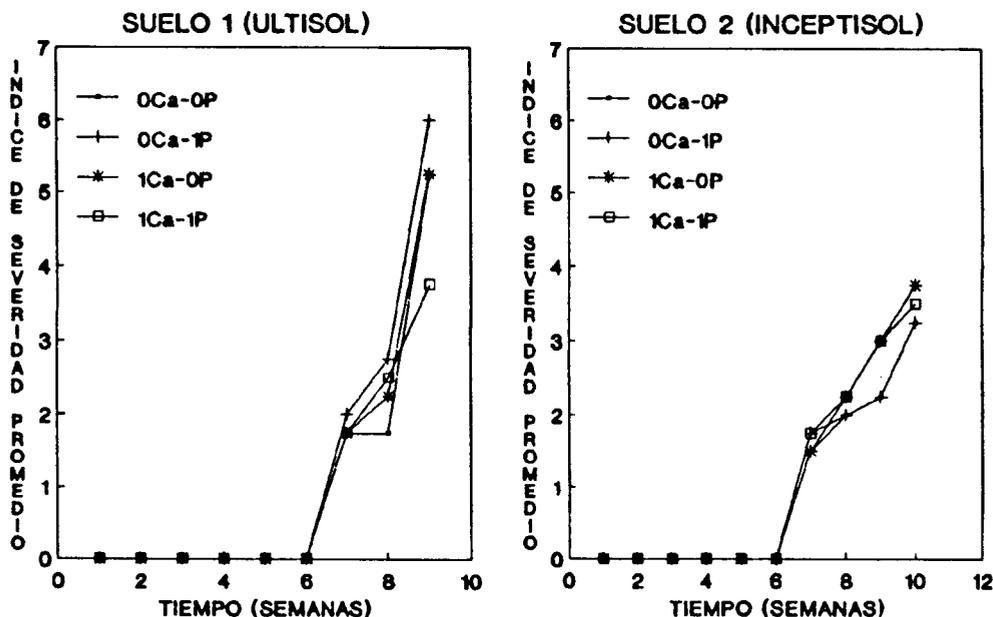


Fig. 2. Desarrollo de la severidad de la telaraña (*Thanatephorus cucumeris*) en las parcelas de frijol (*Phaseolus vulgaris*), ubicadas en los dos órdenes de suelo predominantes de la zona de Río Frío, Costa Rica.

en forma conjunta. Para ambos indicadores, la severidad fue mayor en hojas procedentes del Ultisol, en cualquiera de los 4 tratamientos. Solo en el caso del Ultisol, la aplicación de P, aunque tuvo la misma tendencia, no produjo diferencias significativas

para estas 2 variables; esto puede explicarse por la demostrada baja eficiencia de la fertilización fosfórica en suelos ácidos, debido principalmente a los problemas de fijación de este elemento en el suelo (Sánchez, 1981; Thung *et al.*, 1985).

Cuadro 3. Promedios del número de lesiones por plato y porcentaje de área afectada, obtenidos en hojas de *Phaseolus vulgaris* cosechadas sanas en el campo e inoculadas con esclerocios de *Thanatephorus cucumeris* en el laboratorio.

Variable/tratamiento	0Ca-0P	0Ca-1P	1Ca-0P	1Ca-1P
Suelo 1 Ultisol				
Nº de lesiones	19,00	14,25	6,50	5,50
% Área afectada	65,33	56,67	23,17	16,42
Suelo 2 Inceptisol				
Nº de lesiones	7,25	5,50	4,75	1,00
% Área afectada	33,33	19,00	13,33	5,67

En el Cuadro 4 se indican los promedios del contenido de elementos en las hojas de frijol provenientes de los 2 experimentos. En el Cuadro 5 se presentan los incrementos o disminuciones significativas ($P < 0,05$) de las variables dependientes, causadas por los tratamientos estudiados: factor A (CaCO_3), factor B (P_2O_5) y la interacción de ambos.

Para los 2 experimentos se realizaron correlaciones entre el número de lesiones y porcentaje de área afectada, contra los contenidos de Ca y P foliares, y se establecieron los modelos de regresión. En las Figuras 3, 4, 5 y 6 se presentan los modelos en forma gráfica, indicando su probabilidad y coeficiente de regresión. Es evidente que la disminución de la predisposición de las hojas de frijol está relacionada con un incremento en los niveles foliares de Ca y P (Cuadros 4 y 5). En general se observó que al aumentar el nivel de estos 2 elementos en las hojas, disminuyen tanto el número de lesiones iniciales como el porcentaje de área posteriormente afectada por el hongo (Figuras 3, 4, 5 y 6).

En tejidos de frijol infectados por *Rhizoctonia solani* se han aislado 2 tipos de enzimas, la poligalacturonasa y la metil-esterasa de pectina (Bateman, 1963). La presencia de estas enzimas en altas concentraciones es importante, dado que su acción facilita el movimiento intercelular del patógeno a través del tejido del hospedero (Bateman, 1964). La poligalacturonasa ha sido identificada como de origen fungoso y la metil-esterasa de pectina tiene 2 orígenes, el hongo y el mismo hospedero. La enzima originada en el hospedero es liberada desde la pared celular y es activada por el incremento de concentraciones iónicas. La originada por el hongo no es activada por sales ni es de esperar que pueda ser adsorbida en la pared celular (Bateman, 1963).

Bateman (1964) determinó en extractos de tejido de frijol infectado por *Rhizoctonia solani*, la presencia de cationes multivalentes, principalmente el Ca, que inhibe la acción de la poligalacturonasa. También encontró que en plantas desarrolladas en soluciones nutritivas con suficiente Ca, el

Cuadro 4. Promedios del contenido de elementos en hojas de *Phaseolus vulgaris*, de acuerdo con los tratamientos evaluados en los dos órdenes de suelo estudiados.

Variable/elemento	N	Ca	Mg	K	P	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
			%						(mg/k)		
Suelo 1 Ultisol											
0Ca-0P	3,73	0,85	0,31	1,74	0,18	0,18	641	12	63	282	2
0Ca-1P	3,74	0,95	0,29	1,47	0,21	0,19	605	12	45	240	2
1Ca-0P	3,90	1,22	0,31	1,21	0,29	0,21	445	12	53	253	2
1Ca-1P	3,88	1,48	0,30	1,48	0,32	0,20	198	11	40	212	2
Suelo 2 Inceptisol											
0Ca-0P	4,36	2,24	0,31	1,89	0,31	0,21	188	12	48	54	21
0Ca-1P	4,49	2,30	0,32	1,72	0,33	0,26	174	12	41	44	22
1Ca-0P	4,51	2,56	0,31	1,80	0,33	0,22	176	10	43	46	22
1Ca-1P	4,88	2,65	0,35	1,76	0,36	0,25	162	11	38	47	21

Cuadro 5. Efecto de la aplicación de CaCO_3 y P_2O_5 sobre las variables dependientes que se estudiaron en el ensayo¹.

Fuente/variable	# Lesiones	% Area	N	Ca	Mg	K	P	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Suelo 1 Ultisol													
A (CaCO_3)	-	-	+	+		-	+		-			-	
B (P_2O_5)			+						-		-		
A X B						-			-				
Suelo 2 Inceptisol													
A (CaCO_3)	-	-	+	+			+						
B (P_2O_5)	-	-	+				+	+	-				
A X B	-												

¹ Se indican únicamente los incrementos (+) o disminuciones (-) significativas de acuerdo a los ANDEVAS realizados ($P < 0,05$).

ion tiende a acumularse en la zona adyacente a las lesiones; mediante estudios histológicos determinó que la lámina media de células adyacentes a estas lesiones permanece intacta, y es mucho más difícil de hidrolizar que la lámina media de células distanciadas de la lesión.

Existe un marcado incremento de la metil-esterasa de pectina en tejidos enfermos; la mayor parte de esta enzima parece ser de origen del hospedero, y ésta actúa como demetiladora de las pectinas de las plantas (Bateman, 1963). La liberación de la metil-esterasa de pectina del hospedero puede

favorecer el incremento de concentraciones iónicas alrededor de los márgenes de las lesiones, y esta condición puede favorecer la formación de pectatos de Ca en los tejidos infectados. La conversión de pectina a pectato de Ca hace los materiales péclicos resistentes a la acción de la poligalacturonasa (Bateman y Lumnsden, 1965). Lo anterior concuerda con los estudios realizados por Baker (1947), quien propuso que *Rhizoctonia solani* no posee un mecanismo enzimático capaz de destruir los pectatos de Ca.

Todos estos estudios dan una base para explicar la disminución, observada en los 2 experi-

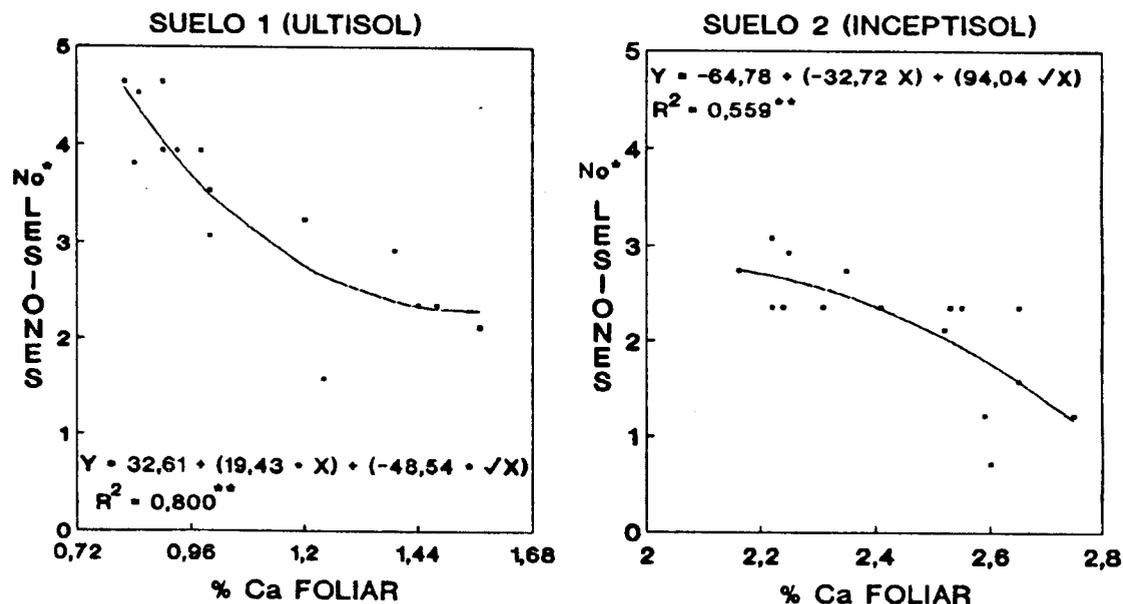


Fig. 3. Relación entre el contenido de Ca en hojas de *Phaseolus vulgaris* y el número de lesiones por plato ocasionadas por *Thanatephorus cucumeris*. Etapa de campo.

* $\sqrt{0,5}$ + No lesiones

** ($P < 0,05$)

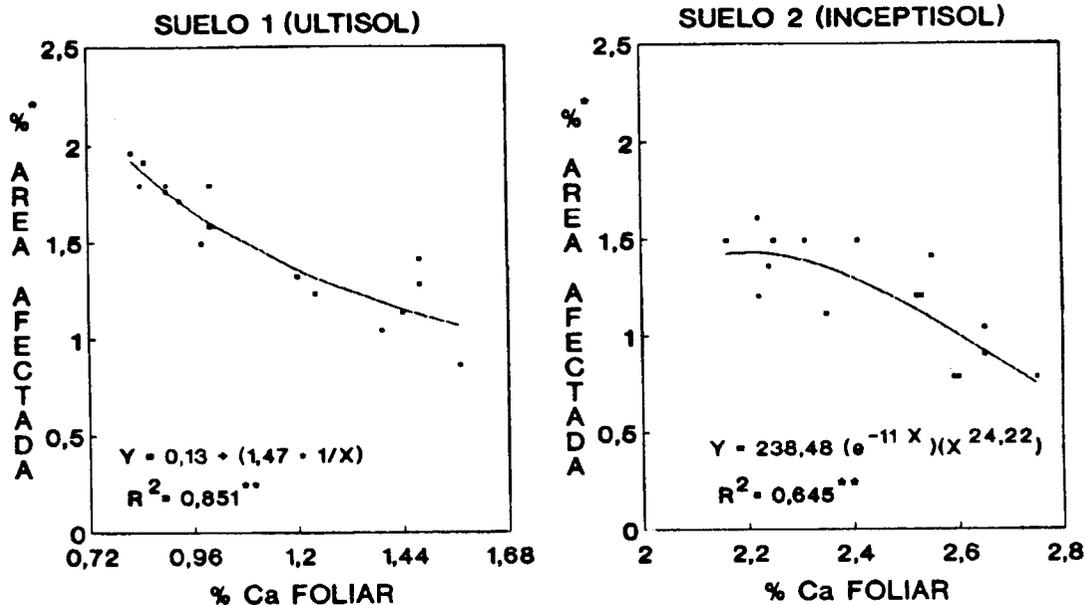


Fig. 4. Relación entre el contenido de Ca en hojas de *Phaseolus vulgaris* y el porcentaje de área foliar afectada por *Thanatephorus cucumis*. Etapa de campo.

* $\sqrt{\text{LOG}(1 + \% \text{ afectada})}$
** (P < 0,05).

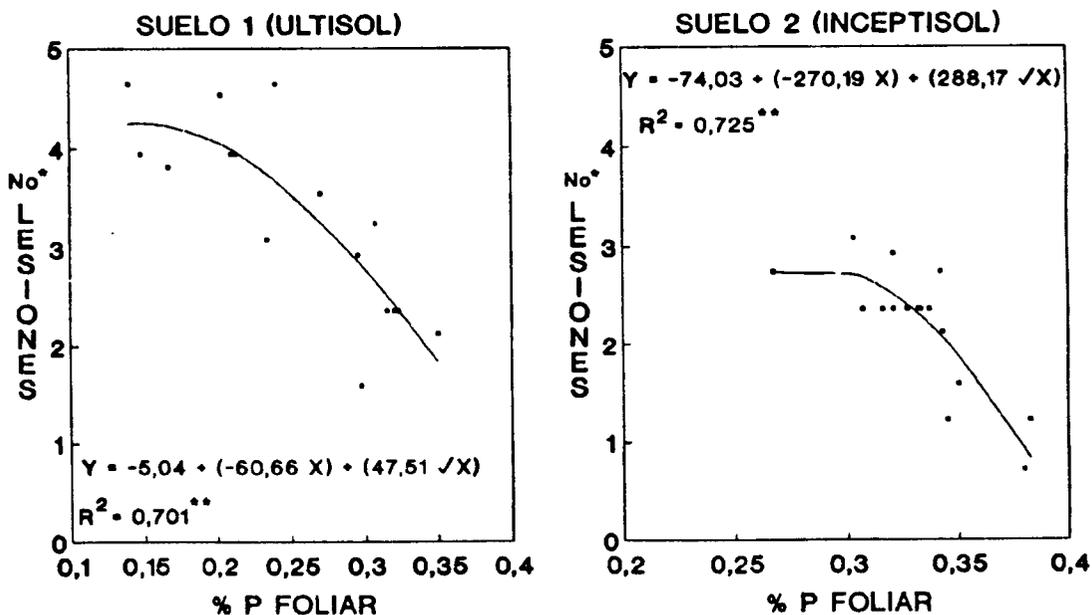


Fig. 5. Relación entre el contenido de P en hojas de *Phaseolus vulgaris* y el número de lesiones por plato ocasionadas por *Thanatephorus cucumeris*. Etapa de campo.

* $\sqrt{0,5 + \text{No lesiones}}$
** (P < 0,05)

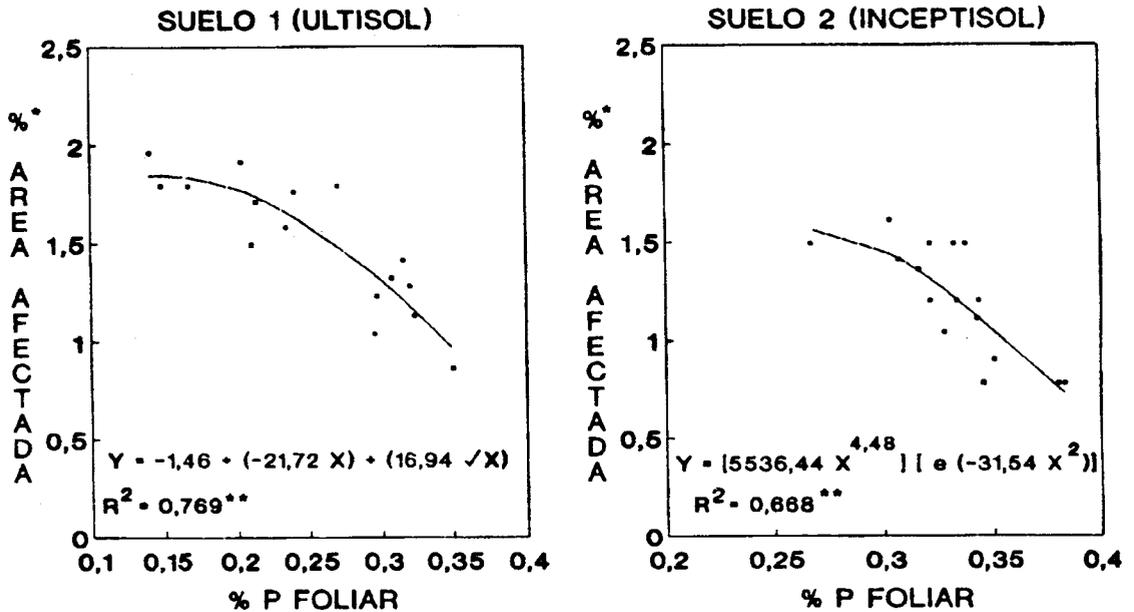


Fig. 6. Relación entre el contenido de P en hojas de *Phaseolus vulgaris* y el porcentaje de área foliar afectada por *Thanatephorus cucumeris*. Etapa de campo.

* LOG (1 + % área afectada)
 ** (P<0,05).

mentos, del número de lesiones y porcentaje de área afectada por el hongo cuando aumenta el contenido de Ca foliar.

El aumento de la tolerancia de las hojas también está relacionado con un incremento del P foliar. Existe poca información que pueda explicar las causas de este fenómeno, pero es posible que esto esté relacionado con la función del P como componente de las membranas celulares (fosfolípidos). Se cree que la deficiencia de este elemento puede provocar una pérdida de metabolitos, que son aprovechados por el patógeno. También es posible que la causa esté relacionada con otros procesos fisiológicos que involucren la acción del P con otros elementos esenciales para la planta (Graham, 1983; Barceló, *et al.*, 1983).

Es importante hacer notar que tanto el número de lesiones como el porcentaje de área afectada por el hongo tendieron a aumentar cuando los contenidos de Ca y P foliares se encontraban por debajo de los niveles considerados como críticos: 1,44% para el Ca y 0,33% para el P (Flor, 1985).

En el Cuadro 6 se presenta un resumen del los ANDEVAS realizados para el diseño anidado, el cual representa el efecto del tipo de suelo sobre

las variables analizadas en la etapa de campo. Se encontró que el suelo, considerado independientemente de los tratamientos aplicados, ejerció una influencia significativa sobre el comportamiento de la severidad de la enfermedad. Tanto el número de lesiones como el porcentaje de área afectada por el hongo fueron menores en el caso del Inceptisol (suelo 2); además, se encontró que los niveles foliares de Ca y P fueron mayores en las plantas desarrolladas en este suelo. Esto concuerda con los resultados anteriormente discutidos, ya que en los Inceptisoles la disponibilidad de elementos como el Ca y el P es mayor

Cuadro 6. Efecto del tipo de suelo sobre las variables estudiadas.

Variable/suelo	Suelo 1 Ultisol	Suelo 2 Inceptisol
(0,5 + No lesiones)/2	3,31 a *	2,17 b
Log (1 + % área afectada)	1,50 a	1,20 b
% Ca foliar	1,13 a	2,44 b
% P foliar	0,25 a	0,33 b

* Medias de una misma variable seguidas por una misma letra no se consideran distintas según el análisis de varianza (P<0,05).

que en el caso de los Ultisoles, lo que puede ejercer una influencia significativa en el incremento de la tolerancia de las plantas al ataque de la enfermedad.

CONCLUSIONES

-La susceptibilidad al ataque de *T. cucumeris*, de plantas de frijol desarrolladas en Ultisoles e Inceptisoles del trópico húmedo, tiene una marcada tendencia a disminuir cuando se aplica CaCO_3 al suelo. Las hojas provenientes de plantas desarrolladas en suelo encalado presentan una reducción, tanto en su susceptibilidad a la penetración del hongo, como al desarrollo de lesiones. En este estudio la aplicación de P_2O_5 mostró la misma tendencia.

-Las respuestas en el contenido de macro y microelementos a nivel foliar tiende a ser variable cuando se aplican tanto el CaCO_3 como el P_2O_5 . Las respuestas de la planta a los tratamientos evaluados se ven influenciadas por el tipo de suelo en que se desarrollan.

-Las plantas desarrolladas en Ultisoles presentan una menor cantidad de Ca y P a nivel foliar y además tienden a ser más susceptibles al ataque de *T. cucumeris* que las desarrolladas en Inceptisoles.

-Al aumentar los contenidos de Ca y P a nivel foliar, tanto la susceptibilidad a la penetración como al desarrollo de lesiones tienden a reducirse. Este comportamiento es más acentuado cuando los niveles de ambos elementos se encuentran por debajo de su nivel crítico.

-Las variaciones observadas en el grado de susceptibilidad del frijol se atribuir a la importancia del Ca y el P como componentes de los pectatos de Ca de la lámina media, y de los fosfolípidos de la membrana celular, respectivamente.

RESUMEN

Se estudió el efecto de la aplicación de cal (CaCO_3) y P (P_2O_5) al suelo sobre el desarrollo de la telaraña (*Thanatephorus cucumeris* [Frank] Donk) en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L. Variedad Hueter), así como la relación que existe entre la severidad de la enfermedad y la condición nutricional de las plantas. Para el estudio se utilizó un Ultisol y un Inceptisol de la zona de Río Frío, Costa Rica. En el Ultisol se aplicaron dosis de 1,5 t/ha de CaCO_3 y 150 kg/ha de P_2O_5 , y en el Inceptisol de 0,5 t/ha y 100 kg/ha, respectivamente.

La severidad de la enfermedad se determinó en el campo y en hojas de frijol inoculadas con suspensiones de esclerocios en platos Petri. También se determinó el contenido de elementos a nivel foliar para estudiar la relación entre éstos y el desarrollo de la enfermedad.

Las hojas de frijol provenientes de suelos encalados presentaron una menor severidad del ataque del hongo. La fertilización con P tuvo una tendencia similar. Bajos contenidos de Ca y P a nivel foliar estuvieron relacionados con una mayor susceptibilidad de las hojas. Plantas desarrolladas en el Ultisol presentaron una menor cantidad de Ca y P a nivel foliar y además sus hojas tendieron a ser más susceptibles que las desarrolladas en el Inceptisol.

La reducción en el grado de susceptibilidad se atribuye a la importancia que pueden tener el Ca como componente de los pectatos de Ca de la lámina media celular, y el P en los fosfolípidos de las membranas celulares.

LITERATURA CITADA

- BAKER, F.K. 1947. Seed transmission of *Rhizoctonia solani* in relation to control damping off. *Phytopathology* 37:9-24.
- BARCELO, J.; NICOLAS, G.; SABATER, B.; SANCHEZ, R. 1983. *Fisiología vegetal*. 2 ed. Ediciones Pirámide S.A., Madrid, España. 813p.
- BATEMAN, D.F. 1963. Pectolitic activities of culture filtrates of *Rhizoctonia solani* and extracts of *Rhizoctonia*-infected tissues of bean. *Phytopathology* 5:197-204.
- BATEMAN, D.F. 1964. An induced mechanism of tissue resistance to polygalacturonase in *Rhizoctonia*-infected hypocotyls of bean. *Phytopathology* 54:438-445.
- BATEMAN, D.F.; LUMNSDEN, R.D. 1965. Relation of calcium content and nature of the pectic substances in bean hypocotyls of different ages to susceptibility to an isolate of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 55:734-738.
- DIAZ-ROMEU, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
- ECHANDI, E. 1962. La chasparnia del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) "web blight" provocada por *Pellicularia filamentosa* (Pat) Rogers (sinónimo *Corticium microsclerotia* (Matz) Weber). In 5a. Reunión Latinoamericana de Fito-tecnia. Buenos Aires, Argentina. 5-18 noviembre 1961. Actas, Inst. Tecnol. Agrop. (INTA) v2 - pp 46.
- FLOR, C.A. 1985. El diagnóstico de problemas en frijol. In Frijol: investigación y producción. Ed. por López, M.;

- Fernández, F.; Schoonhoven, A. Cali, Colombia, CIAT. pp 385-400.
- GALVEZ, G.E.; GUZMAN, P.; CASTAÑO, M. 1980. La mustia hilachosa. *In* Problemas en producción de frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris* L. Ed. by H.F. Schwartz y G.E. Gálvez. Cali, Colombia, CIAT. pp 101-110.
- GONZALEZ, L.C. 1972. Principales enfermedades de los cultivos de Costa Rica. San José, Costa Rica, Escuela de Fitotecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 151 p.
- GRAHAM, R.D. 1983. Effect of nutrient stress on susceptibility of plants to disease, with particular reference to trace elements. *Advances in Botanical Research* 10:221-276.
- HANCOCK, J; HARGREAVES, G. 1977. Precipitación, clima y potencial para la producción agrícola en Costa Rica. Utha State University. 135 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- PASTOR-CORRALES, M. 1985. Enfermedades del frijol causadas por hongos. *In* Frijol: investigación y producción. Ed por M. López; F. Fernández y A.V. Schoonhoven. Cali, Colombia, CIAT. pp 75-89.
- ROJAS-JIMENEZ, M.R.; FRIAS-TREVIÑO, G.A.; SABORIO, S.; DESSERT, J.M. 1988. Un método de inoculación para evaluar la resistencia del frijol común a mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*). *In* 28 Reunión de la American Phytopathological Society, Division Caribe. Trabajo No 42.
- RUIZ, M. 1987. Combate de la telaraña (*Thanatephorus cucumeris* Frank. (Donk) en frijol común. Tesis Ing. Agr. Tarcés, Grecia. C.R. Universidad de Costa Rica.
- SCHOONHOVEN, A.; PASTOR-CORRALES, M.A. 1985. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Cali, Colombia, CIAT. pp 34-35.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 1984. Caracterización ambiental y de los sistemas de cultivo en fincas de la Región de Río Frío. Horquetas, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. Convenio U.C.R.-Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Canadá. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 107 p.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 1986. Proyecto: Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología agrícola para los sistemas de cultivo de asentamientos campesinos de Río Frío, Costa Rica. Convenio U.C.R.-Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Canadá. Informe de progreso agosto 1985-julio 1986. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 125 p.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 1987. Proyecto: Desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología agrícola para los sistemas de cultivo de asentamientos campesinos de Río Frío, Costa Rica. Convenio U.C.R.-Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Canadá. Informe de progreso agosto 1986-julio 1987. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 159 p.