

Relación de *Onychiurus armatus* Tullberg con daños en plantas de *Chrysanthemum morifolium* cv White Marble, cultivadas bajo invernadero¹

Jorge Roatta Z.²
Diana Acosta A.²
Alfredo Acosta G.³

RESUMEN

En 1984, algunos cultivos de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*) bajo invernadero de la Sabana de Bogotá, presentaron un incremento de las poblaciones de *Onychiurus armatus* Tullberg (Collembola: Onychiuridae), lo cual coincidió con la aparición de plantas de menor longitud que la normal y disminución en el rendimiento.

Este trabajo se realizó, bajo condiciones ambientales de cultivo comercial, con el objetivo de establecer si *O. armatus* era el agente causal del daño observado, para lo cual se estudiaron diferentes poblaciones del insecto, así: 0, 125, 250 y 500 colémbolos, en materos con suelo estéril y esquejes de crisantemo. Se encontró que un mínimo de 108 colémbolos en 1000 gr de suelo afectó significativamente la longitud de las plantas y se observó daño mecánico en las raíces.

Al estudiar la relación de los colémbolos con hongos del suelo, se aislaron de la superficie del cuerpo del insecto, *Botrytis cinerea*, *Verticillium psallio-tae*, *Pythium* sp. y *Sclerotinia* sp. entre otros y del tracto digestivo *Fusarium* sp., *Ulocladium chartarum*, *Penicillium* sp.; además de algunas bacterias.

Al inocular *Rhizoctonia solani* en esquejes sembrados en materos con suelo estéril, infestados con 400 insectos, se encontró que las plantas con colémbolos presentaron la menor longitud, mientras que las plantas testigo (con suelo estéril) y con hongo mostraron mayor longitud.

En Colombia se registra por primera vez la presencia de *O. armatus* en suelos de invernadero atacando plantas de crisantemo y disminuyendo su longitud. Por otra parte, el insecto realiza un daño mecánico sobre las raíces que puede ser aprovechado por hongos patógenos y otros organismos del suelo.

INTRODUCCION

En Colombia, especialmente en la Sabana de Bogotá, el cultivo de flores para exportación se ha venido incrementando en los últimos doce años, ocupando el tercer renglón dentro de las exportaciones agropecuarias no tradicionales y el quinto en la generación de divisas dentro de las exportaciones menores (Fernández, 1983).

Una de las especies cultivadas en más alto porcentaje es el pompón o crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*), la cual es atacada por plagas que afectan el desarrollo de sus partes aéreas, como es el caso del minador del crisantemo, *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) y *L. trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae), el pulgón verde de la papa *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) y los ácaros *Tetranychus urticae* Koch y *T. cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). La

parte radicular es atacada por el sinfílido de los invernaderos *Scutigereella immaculata* (Newport).

La presencia de estas plagas incide directamente en la calidad de las flores, disminuyendo sus condiciones óptimas para exportación y los requisitos de sanidad portuaria. A causa de esto, se ha incrementado el uso de plaguicidas como medio principal de control, sin lograr, en la mayoría de los casos, un manejo adecuado de la plaga y creando condiciones que permiten el incremento de poblaciones potencialmente dañinas. Un ejemplo de este fenómeno parece ser el aumento en la población de *Onychiurus armatus* Tullberg (Collembola: Onychiuridae) que empieza a causar daño en plantas de crisantemo.

Hasta la fecha hay muy pocos registros en la literatura acerca de colémbolos en cultivos de flores bajo condiciones de invernadero. El poco aporte al estudio de colémbolos en el aspecto económico se debe posiblemente a que se han considerado insectos detritívoros (Christiansen, 1964; Borror y DeLong, 1971; Wallwork, 1976). A medida que los investigadores vayan familiarizándose con su apariencia y hábitos, podrá verse que algunos daños atribuidos a otras causas pueden provenir de estos aparentemente insignificantes y vulnerables insectos (Scott, 1953).

Otros trabajos como los de Christiansen (1964) y Wiggins y Curl (1979) registran especies de Collembola como fitófagas, saprófagas y micófagas. Berry (1973), en su trabajo sobre control biológico en *S. immaculata*, regis-

1 Este artículo hace parte de un trabajo de grado para optar al título de Biólogo, presentado al XII Congreso de SOCOLEN-Medellín 17-19 de julio/85.

2 Estudiantes de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

3 Ingeniero Agrónomo, Profesor asistente, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

tra colémbolos como fitófagos dentro de la fauna del suelo y reconoce un ácaro como enemigo natural común para ellos.

El orden Collembola cuenta con algunas especies, entre ellas **Bourletiella hortensis** (Fitch) y **B. lutea** (Lubbock) (Sminthuridae) que atacan plantas ornamentales, hortalizas y a veces otros cultivos; **B. arvalis** (Fitch) ataca levemente al tomate de cáscara; **Sminthurus viridis** (Sminthuridae) ataca el trébol, alfalfa y otras leguminosas en algunos países (Coronado y Márquez, 1976).

La especie **Salina wolcottii** Folsom (Entomobryidae) se ha registrado como una plaga en Puerto Rico y además transmite el virus del mosaico de la caña de azúcar. **Pseudosinella violenta** (Folsom) (Entomobryidae) es importante como plaga de la caña de azúcar en Louisiana (Coronado y Márquez, 1976).

Estudios realizados específicamente en la familia Onychiuridae por Brown (1954) registraron especies como **Onychiurus stachianus** Bagnall (= **O. fimetarius** (L.)), **O. nemoratus** Gisin (= **O. armatus** (Tullberg)) y **Anurida granaria** (Nicolet) causantes de daño en plántulas de tomate; Edwards (1962) cita a **O. hortensis**, **O. fimetarius** y **O. ambulans** Handsh como especies dañinas en plántulas de frijol; en ambos casos se ha visto afectada la longitud de las plantas.

Sott (1953, 1964), presenta un lista de especies de Collembola dañinas de acuerdo con su hábitat, en la cual se encuentra **O. fimetarius** afectando raíces secundarias de zanahoria, papa, frijol y arveja; **O. ambulans** en frijol, raíces de plántulas de arveja y coliflor, pedúnculos foliares de apio y bulbos de narciso y también registra a **O. armatus** en caña de azúcar.

Spencer y Stracener (1930) reportan también a **O. armatus** y **Lepidocyrtus violentus** atacando raíces de caña de azúcar y reduciendo su peso, longitud y contenido de sucrosa.

Las especies **O. pseudoarmatus** Folsom y **O. ramosus** Folsom forman parte de una lista de especies dañinas de Collembola recopilada por Folsom (1933), las cuales dañan las raíces de las plantas afectando su crecimiento.

Existe una estrecha relación entre colémbolos y hongos del suelo, por cuanto estos constituyen parte de su dieta alimenticia (Christiansen, 1964). También se ha comprobado que esporas de hongos como **Penicillium** sp., **Trichoderma** sp. y **Fusarium** sp., entre otros, son transportadas en la superficie e interior del cuerpo de **Proisotoma minuta** y **O. encarpatus** Denis (Wiggins y Curl, 1979). También se ha estudiado el efecto de **O. fimatus** Gisin y **Folsomia fimetaria** (L.) (Isotomidae) sobre **Pythium ultimum** Trow., hongo que causa el volcamiento (Damping-off) en remolacha, resultando en una reducción de la infección potencial en el suelo (Ulber, 1982).

Folsom (1933) hace referencia a colémbolos de importancia económica y explica el papel que tiene estos insectos en la diseminación de hongos y bacterias, facilitando además su entrada a través de heridas causadas por ellos sobre las plantas.

MATERIALES Y METODOS

Para determinar la relación entre el daño en crisantemos y la presencia de **O. armatus**, se realizó un experimento en materos, para lo cual se siguió un diseño de bloques completamente al azar con submuestreo para tratamiento de 0, 125, 250 y 500 colémbolos agregados a materos con 1000 gr de suelo estéril, en los cuales se sembraron esquejes enraizados de crisantemo variedad White Marble de 5,5 cm de longitud. Las unidades experimentales se asignaron al azar en los tratamientos; con tres repeticiones (cinco plantas por repetición).

Se tomó como parámetro indicativo de la acción de los tratamientos la longitud de las plantas, para lo cual semanalmente se tomó la longitud de las plantas durante un período de siete

semanas, por ser ésta una medida de importancia en la producción comercial de flores.

En el análisis estadístico se utilizaron los métodos de regresión lineal y el de análisis de varianza univariado y multivariado para investigar y modelar matemáticamente la respuesta (longitud de las plantas) a la infestación de Collembola prefijada, lo mismo que a los diferentes tiempos estudiados para proceder luego a probar la diferencia entre tratamientos. Además se utilizó la prueba de Amplitud Múltiple de DUNCAN.

Para estudiar la relación de **O. armatus** con los microorganismos del suelo se realizó un experimento en materos con suelo esterilizado, en los cuales se sembraron dos esquejes enraizados de crisantemo variedad "White Marble"; posteriormente se inocularon 400 **O. armatus** por matero. Algunos de los materos se inocularon con **Rhizoctonia solani** siguiendo el método de Altman (1966). Se tomó la longitud de las plantas semanalmente hasta la floración. Se realizaron los siguientes tratamientos: inoculación con **R. solani**, inoculación con Collembola, inoculación con **R. solani** más Collembola y testigo (suelo estéril únicamente); con tres repeticiones (dos plantas por repetición).

Se realizó el aislamiento de organismos de la superficie del cuerpo de **O. armatus**. Se tomó un total de 120 individuos a partir de muestras de suelo de cultivos de crisantemo; posteriormente se separaron por flotación en agua destilada. Luego se procedió al aislamiento de los organismos transportados en la superficie del cuerpo adaptando al método utilizado por Wiggins y Curl (1979). En la Figura 1 se describe en forma diagramática este método. Los hongos aislados se identificaron utilizando las claves de Domsch, Gams y Anderson (1980) Barnett y Hunter (1972). Algunos fueron identificados por el Doctor Walter Gams del Centralbureau voor Schimmelcultures de Holanda. El aislamiento de organismos del tracto digestivo se llevó a cabo

siguiendo otro método utilizado por los autores, anteriormente mencionados (Figura 2).

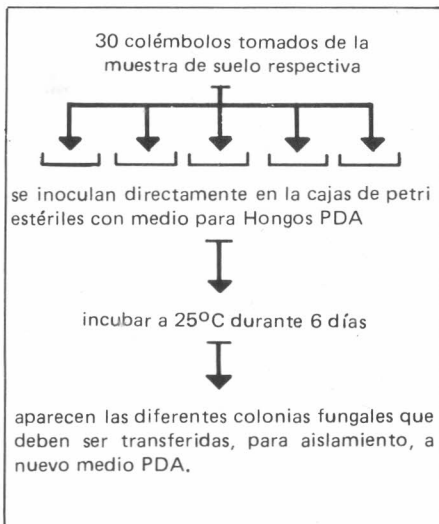


Figura 1. Diagrama de separación de hongos de la superficie del cuerpo de *Onychiurus armatus* Tullberg (tomado, resumido y adaptado de Wiggins y Curl, 1979).

RESULTADOS Y DISCUSION

RELACION DE DAÑOS EN CRISANTEMO CON PRESENCIA DE *O. armatus*

Experimento en materos

A través del tiempo, la longitud de las plantas presentó, en general, un comportamiento similar, observándose dentro de cada tratamiento características especiales (Tabla 1). Las plantas se observaron más atrofiadas a medida que aumentaban las densidades de *O. armatus* en los materos, siendo mayor el grado de afección en el tratamiento de 500 individuos/1000 gr.

El análisis de varianza utilizado para este experimento indica que existe diferencia entre tratamientos. Con una prueba F y un nivel de significancia de 0,01, con 3 y 392 grados de libertad se rechazó la hipótesis nula de igualdad en los tratamientos.

Una vez hallada la diferencia entre los tratamientos, se efectuó la prueba de amplitud múltiple de DUNCAN, con lo cual se encontró que el primer tra-

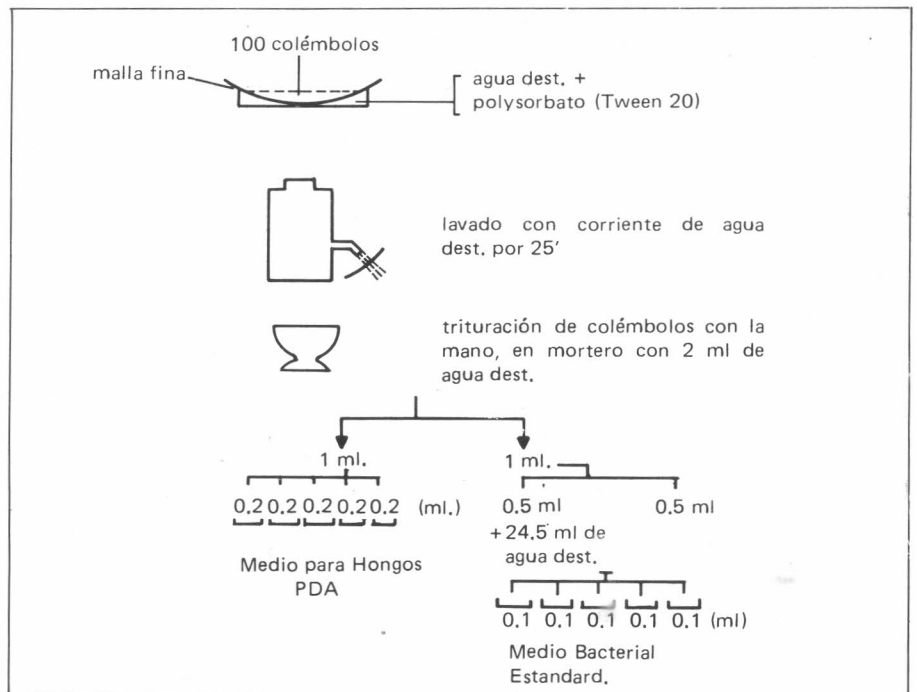


Figura 2. Diagrama de separación de hongos y bacterias del tracto digestivo de *Onychiurus armatus* Tullberg (tomado, resumido y adaptado de Wiggins y Curl, 1979).

tamiento (sin *Collembola*) es diferente de los demás y el tratamiento de 500 colémbolos difiere a su vez con el de 125. Los tratamientos con 125 y 250 colémbolos no presentaron diferencia significativa entre sí (Tabla 1).

Como pudo observarse a medida que aumenta el número de *O. armatus* en el suelo las plantas son menores en longitud; esto por daños directos sobre los pelos radicales de las raíces secundarias, lo que se traduce en reducción de la absorción de agua y nutrientes por parte de la planta disminuyendo así su crecimiento. En la mayoría de los casos no se observa síntoma de deficiencia de nutrientes en las plantas, pero sí disminución de su longitud y vigor. Este mismo fenómeno fue observado para otros colémbolos (Folsom, 1933; Ingram, 1931; Scott, 1953).

Al observar la Tabla 1 se evidencia cómo los tratamientos con colémbolos "inoculados" presentan un retardo acentuado en el crecimiento de las plantas en las primeras tres semanas con respecto al testigo (sin colémbolos). Se debe a que las plantas en su

estado juvenil son más vulnerables al ataque de estos insectos, recuperándose en alguna medida, dependiendo de la especie y si el daño no es muy severo, como pudo observarse en el tratamiento con 125 colémbolos. Es de anotar que las condiciones excelentes con que se mantienen las plantas en los invernaderos (abonos, nutrientes, etc.) impiden que los daños causados sean más severos.

El análisis de regresión lineal (Figura 3) mostró que los datos obtenidos se ajustan al modelo. Los valores encontrados para el coeficiente de determinación en los tratamientos de 0, 125, 250 y 500 colémbolos fueron: 94,9%; 88,9%; 91,1% y 88,5%, respectivamente; lo cual indica que gran proporción de la variación de los datos se explica por las ecuaciones de regresión.

RELACION DE *O. armatus* CON MICROORGANISMOS DEL SUELO

Relación de *O. armatus* con *R. solani*

En el experimento realizado en materos con adición de *O. armatus* y *R. solani* se observó cómo la longitud final

TABLA 1. Longitud promedio de plantas de Crisantemo a través del tiempo, con tratamientos de 0, 125, 250 y 500 individuos de *Onychiurus armatus* Tull.

Trat.	Longitud promedio en cms							\bar{X}
	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	
Sin Coll.	9,08	12,47	19,00	26,87	30,87	35,68	38,81	24,68*a
125 Coll.	8,83	11,37	15,70	23,32	26,91	34,05	38,35	22,65 bc
250 Coll.	8,75	10,73	15,94	22,42	26,26	32,61	36,81	21,93 cd
500 Coll.	7,85	10,18	14,13	20,88	24,45	28,82	34,00	20,04 d

* Promedios seguidos por la misma letra no presentan diferencias significativas al nivel del 1% (Prueba de Amplitud Múltiple de DUNCAN).

TABLA 2. Longitud promedio de plantas de crisantemo a través del tiempo inoculadas con *Rhizoctonia solani* Kühn y *Onychiurus armatus* Tull. bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Longitud promedio en cms							\bar{X}
	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	
Con Coll.-Sin H.*	9,00	10,75	7,13	19,92	32,08	42,67	44,33	23,7
Con Coll.-Con H.	9,75	10,92	7,91	21,17	32,55	44,67	45,67	24,7
Sin Coll.-Con H.	8,00	9,25	14,33	21,83	33,00	46,33	48,83	25,9
Sin Coll.-Sin H.	8,00	10,50	17,17	23,08	36,42	46,33	48,00	27,1

* H.= Hongo.

de las plantas fue mayor en los tratamientos de sin Coll. con Hongo y en el sin Coll.-sin Hongo (Testigo) y menor en los tratamientos con adición de Collembola. Como lo demuestra la Tabla 2, las plantas que tenían solo *O. armatus* presentaron una marcada disminución en su longitud con respecto a los tratamientos a los cuales no se les agregó. El hongo no afectó a las plantas al no encontrar una puerta de entrada en sus raíces; hongos como *R. solani*, *Verticillium* sp. y *Cylindrocarpum* sp. necesitan de heridas en las raíces para poder afectar una planta (Kooistra, 1964). Por otra parte, las plantas del tratamiento con Collembola-Con Hongo presentaron longitudes intermedias entre los anteriormente mencionados. De esto se puede deducir que *O. armatus* presentó preferencia por el hongo como

fuente alterna de alimento, disminuyendo así la infección potencial de éste. Es razonable pensar esto, si se tiene en cuenta que las características morfológicas del micelio del hongo lo harían más asequible que las raíces de las plántulas para un insecto como *O. armatus* que, a pesar de tener una dieta alimenticia bastante variada, tiene siempre la tendencia hacia los sustratos blandos y fácilmente digeribles y, además, si se tienen en cuenta los resultados de la prueba de presencia de hongos y otros organismos del suelo en su tracto digestivo.

MICROORGANISMOS AISLADOS DE *O. armatus*

Se encontró que *O. armatus* transporta gran cantidad de hongos en la superficie del cuerpo y en el tracto digestivo.

De la superficie del cuerpo se aislaron *Pythium* sp., *Botrytis cinerea*, *Verticillium psalliotae* y *Sclerotinia* sp. Otros de los hongos encontrados son reconocidos como contaminantes comunes, de éstos, *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium* sp. y *Aspergillus* sp. mostraron altos porcentajes. En el tracto digestivo se presentaron en mayor proporción *Conidiobolus coronatus* y *Ulocladium* probable *chartarum*. (Tablas 3 y 4). Se aislaron también bacterias que en su mayoría fueron Gram negativas, entre las cuales se encuentran los géneros *Erwinia* y *Xanthomonas*. Esta condición hace de estos insectos elementos importantes en la colonización de la microflora del suelo. Pueden así mismo colaborar en la diseminación de hongos fitopatógenos, que como en el caso de *Pythium* sp., causante del volcamiento de las plántulas (Damping-off), encuentran un medio propicio de propagación en las raspaduras causadas por estos insectos sobre las raíces.

Por otra parte, existe un gran número de bacterias originarias del suelo que no afectarían las plantas de no ser por eventuales heridas causadas en las raíces y que son necesarias para la diseminación de estos organismos (Ejemplo de esto es el género *Erwinia*).

Sin embargo, el perjuicio que representan estos insectos al ser transmisores mecánicos de hifas o esporas de hongos patógenos se reduce por el hecho de que también estos hongos hacen parte de su dieta alimenticia; como los géneros *Fusarium* y *Verticillium* que cuentan con especies patógenas reconocidas y que fueron aislados tanto de la superficie de su cuerpo como del tracto digestivo.

A partir de esto se establece entonces una compleja relación Transporte-Consumo de la microflora del suelo de cuyo equilibrio depende, en gran parte, el bienestar de las plantas cultivadas.

CONCLUSIONES

Por primera vez en Colombia se regis-

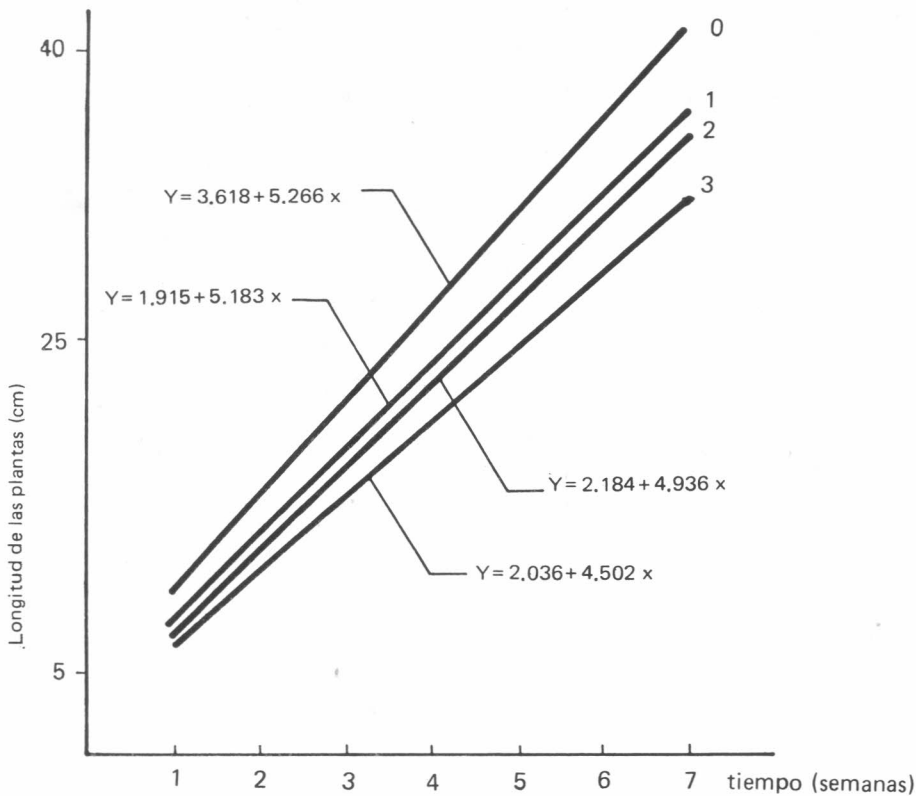


Figura 3. Regresión lineal para el crecimiento de crisantemo a través del tiempo, con tratamientos de 0 (0); 125 (1); 250, (2); y 500 (3) individuos de *Onychiurus armatus*, Tull.

TABLA 3. Porcentaje de hongos aislados de la superficie del cuerpo de *Onychiurus armatus* Tull. colectados en camas de crisantemo.

Especie	Aislamientos %
<i>Aspergillus</i> sp.	8,8
<i>Mortierella</i> sp.	3,0
<i>Mucor</i> sp.	3,0
<i>Penicillium</i> sp.	11,8
<i>Pythium</i> sp.	3,0
<i>Rhizopus</i> sp.	20,6
<i>Sclerotinia</i> sp.	5,9
<i>Trichoderma</i> sp.	11,8
<i>Botrytis cinerea</i>	8,8
<i>Rhizopus stolonifer</i>	5,9
<i>Verticillium psalliotae</i>	5,9
No identificados	11,8

tra un colémbolo con importancia económica demostrada.

El ataque de *Onychiurus armatus* Tullberg (Coll: Onychiuridae) disminuye la

longitud de las plantas de crisantemo, al ocasionar daños en las raíces, los cuales pueden ser aprovechados por hongos y otros microorganismos del suelo.

O. armatus transporta gran cantidad de hongos en la superficie de su cuerpo, y, además, se alimenta de esporas de hongos y otros microorganismos del

TABLA 4. Porcentaje de hongos aislados del tracto digestivo de *Onychiurus armatus* Tull. colectados en camas de crisantemo.

Especie	Aislamientos %
<i>Fusarium</i> sp.	14,3
<i>Penicillium</i> sp.	10,0
<i>Conidiobolus coronatus</i>	28,6
<i>Ulocladium</i> prob.	
<i>chartarum</i>	28,6
No identificados	18,6

suelo, dentro de los cuales se encuentran especies fitopatógenas, participando así en la disminución de infecciones potenciales originarias del suelo en plantas cultivadas.

El perjuicio causado por *O. armatus* depende del número de individuos, (densidad) que se presente en el cultivo. En este estudio se encontró que un número promedio de 108 individuos/1000 gr de suelo es el nivel mínimo que puede causar daño en cultivos de crisantemo de la variedad White Marble.

SUMMARY

In 1984, as increase in the populations of *Onychiurus armatus* Tull. (COLLEMBOLA: ONYCHIURIDAE) in chrysanthemum crops in greenhouses was observed in the Bogota plate area. The present work was conducted in order to know whether or not this insect is injurious to plants under greenhouse conditions. An experiment was made to establish an injurious density of these insects in the soil. They were "inoculated" in pots containing 2000 cc of sterilized soil in which chrysanthemum was planted. It was found that 108 individuals/1000 gr was the lowest density in which plants of chrysanthemum became injured. Root damage was also observed.

The Collembola-Fungi relationship was studied by isolating fungi transported by these insects in both body surface and body interior, following an adaptation of the method utilized by Wiggings & Curl (1979). Among the species of fungi isolated from the body surface stands up *Botrytis cinerea*, *Verticillium psalliotae*, *Pythium* sp. and *Sclerotinia* sp., and from the body interior *Fusarium* sp., *Ulocladium chartarum* and *Penicillium* sp.

Finally, the fungus *Rhizoctonia solani* was also inoculated in pots with sterilized soil and plants of chrysanthemum. Some of these pots were "inoculated" with *O. armatus* and it was found that plants with only the

insects were shorter while fungus inoculated and plants with the combination Fungus-Collembola were taller.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente al Ingeniero Agrónomo Fernando Jaramillo y a Don Camilo Herrera por su orientación, colaboración y entusiasmo, indispensables para la realización de este trabajo.

Al Doctor Walter Gams del Centraalbureau voor Schimmelcultures de Holanda por la identificación de algunos de los hongos encontrados en esta investigación; a los profesores Augusto Pérez O., Emira de Granada y Bertha de Gutiérrez de la Universidad Nacional, Bogotá, por su constante colaboración y orientación.

BIBLIOGRAFIA

- ALTMAN, J. 1966. Phytopathological Techniques. Laboratory Manual. Boulder, Colorado, Preutt Press Inc. 259 p.
- BARNETT, H.L., Hunter, B.B. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 3 ed. Minneapolis, Burgess Publishing Company. 241 p.
- BERRY, R.E. 1973. Biology of the predaceous mite, *Pergamasus quisquiliarum* on the garden symphylan, *Scutigera immaculata*, in the laboratory. Annals of the Entomological Society of America (Estados Unidos) v. 66 no. 6, 66(6): p. 1354-1356.
- BORROR, D.J., DeLong, W. 1971. An introduction to the study of insects. New York, Holt Rinehart and Winston. 804 p.
- BROWN, E.B. 1954. Springtail damage to tomato. Plant Pathology (Inglaterra). v. 3 no. 1, p. 86-88.
- CHRISTIANSEN, K. 1964. Bionomics of Collembola. Annual Review of Entomology (Estados Unidos) v. 7, p. 147-178.
- CORONADO, R.; Márquez, A. 1976. Introducción a la Entomología. México, Editorial Limusa. 282 p.
- DOMSCH, K.H.; W. Gams, W.; Anderson, T. 1980. Compendium of soil fungi. London, Academic Press. 405 p.
- EDWARDS, C.A. 1962. Springtail damage to bean seedlings. Plant Pathology, (Inglaterra) v. 11, p. 67-69.
- FERNANDEZ-ROA, J. 1983. Qué Exporta Colombia? Colombia Exporta v. 2 no. 5, p. 5-11.
- FOLSOM, J.W. 1933. The Economic importance of Collembola. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 26, p. 934-939.
- INGRAM, J.W. 1931. Soil animals attacking sugar cane. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 24, p. 866-869.
- KOOISTRA, G. 1964. Some data concerning the presence and behaviour of springtails (Collembola) on grass and White clover. Netherlands Journal of Plant Pathology v. 70, p. 136-141.
- SCOTT, D.B. 1953. The economic biology of Collembola. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 46 no. 6, p. 1048-1051.
- SCOTT, D.B. 1964. The economic significance of Collembola in the Salinas valley of California. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 57 no. 2, p. 297-298.
- SPENCER, H.; Stracener, C.L. 1930. Recent experiments with soil animals attacking roots of sugar cane. Journal of Economic Entomology (Estados Unidos) v. 23, p. 680-684.
- ULBER, B. 1982. Einflub von *Onychiurus fimatus* Gisin (Collembola: Onychiuridae) und *Folsomia fimetaria* (L.) Collembola: Isotomidae) auf *Pythium ultimum* trow. einem Erreger des Wurzelbrandes der Zuckerrube. New Trends in Soil Biology, 261-268.
- WALLWORK, J.A. 1976. The distribution and diversity of soil fauna. London, Academic Press. 355 p.
- WIGGINS, E.A.; Curl, E.A. 1979. Interactions of Collembola and microflora of cotton rhizosphere. Phytopathology (Estados Unidos) v. 69, p. 244-249.