

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL**

Trabajo de Diploma

**Acción residual del hongo entomopatógeno Nomuraea rileyi
(Farlow) Samson, en el follaje del maíz (Maize) aplicado
para control del cogollero Spodoptera frugiperda
J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae)**

Presentado por:

Flor de María Edna García

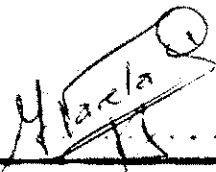
Asesor

Dra. Sally Gladstone

Managua, Nicaragua. 1988

El presente trabajo de diploma fue sometido a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito parcial para optar al título profesional de: Ingeniero Agrónomo.

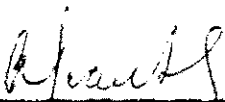
Fue revisado y aprobado por el siguiente Tribunal Examinador:




Ing. Gregorio Varela O.
Presidente



Ing. René Rojas
Secretario



Ing. Aldo Rojas
Vocal



Flor de Ma. Zúñiga G.
Diplomante

DEDICATORIA

A MIS PADRES

AGRADECIMIENTO

Agradezco la colaboración de todas las personas que de diversas formas apoyaron la realización del presente trabajo. En especial manifiesto mi agradecimiento a la Dra. Sally Gladstone por su valioso apoyo brindado en el desempeño de su labor de asesoría. Así mismo agradezco la desinteresada ayuda a mis compañeras de estudio y de mis hermanas Lisseth y Auxiliadora durante la fase experimental del estudio.

De igual manera quiero agradecer al Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos "San Cristóbal" por haber facilitado el área donde se realizó el estudio. A la Escuela de Sanidad Vegetal por su cooperación y especialmente agradezco el apoyo financiero brindado por el Grupo NORAD de Noruega.

CONTENIDO

<u>Sección</u>	<u>Página:</u>
CONTENIDO	i
INDICE DE CUADROS	ii
INDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	6
2.1 Efecto de dosis sobre acción residual ...	6
2.2 Efecto de formulación sobre acción resi- dual	9
III. RESULTADOS EXPERIMENTALES	12
3.1 Efecto de dosis sobre acción residual ...	12
3.2 Efecto de formulación sobre acción resi- dual	13
IV. DISCUSION	27
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VII. LITERATURA CITADA	34

INDICE DE CUADROS

Página:

- Cuadro 1. Resultado de la prueba G para el efecto del tiempo de exposición en el campo de conidias de Nomuraea rileyi y el efecto de dos dosis de conidias sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda. Managua, julio/1987 15
- Cuadro 2. Porcentajes de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda alimentadas de hojas recolectadas 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicar conidias de Nomuraea rileyi a dos dosis en el cultivo de maíz. Managua, julio/1987 16
- Cuadro 3. Resultados de la prueba G para el efecto del tiempo de exposición en el campo de conidias de Nomuraea rileyi y el efecto de tres formulaciones de conidias sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda. Managua, noviembre/1987 17

Cuadro 4. Porcentajes de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda alimentadas de hojas recolectadas 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicar conidias de Nomursea rileyi en tres formulaciones en el cultivo de maíz. Managua, noviembre/1987 18

INDICE DE FIGURAS

Página:

Figura 1. Porcentajes de mortalidad de larvas de <u>Spodoptera frugiperda</u> alimentadas de hojas recolectadas 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicación en maíz tratado con conidias de <u>Nomurasa rileyi</u> en dosis de 4.1×10^{12} conidias/0.4 ha.; 4.1×10^{11} conidias/0.4 ha. y testigo. Managua, julio/1987	19
Figura 2. Viento registrado durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de dosis. Managua, julio/1987	20
Figura 3. Lluvias registradas durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de dosis. Managua, julio/1987	21
Figura 4. Radiación solar global registrada durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de dosis. Managua, julio/1987	22

- Figura 5. Porcentajes de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda alimentadas de hojas recolectadas 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicación en parcelas tratadas con tres formulaciones de conidias: conidias + Tritón x-100; conidias + melaza; conidias + agua y testigo. Managua, noviembre/1987 23
- Figura 6. Viento registrado durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de formulación. Managua, noviembre/1987 24
- Figura 7. Lluvias registradas durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de formulación. Managua, noviembre/1987 25
- Figura 8. Radiación solar global registrada durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de formulación. Managua, noviembre/1987 26

RESUMEN

El maíz al igual que otros cultivos es atacado por un complejo de plagas que causan mermas en la producción. Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lep.: Noctuidae) es una de las plagas claves en el cultivo del maíz. El costo de control de S. frugiperda asciende hasta US\$ 9,500.000 anuales utilizando chlorpirifos (Lorsban 4E) (Hruska y Gladstone, 1987).

Con el propósito de disminuir los costos de control de S. frugiperda se buscan alternativas de control que disminuyan la utilización de los productos químicos. El hongo entomopatógeno Nomuraea rileyi (F) Samson, es un candidato con potencial para ser utilizado como insecticida microbial para control de plagas lepidópteras (Ignoffo, 1981). Nomuraea rileyi ha sido objeto de muchos estudios en Nicaragua para tratar de implementar su uso.

Se realizó una evaluación de la acción residual de conidias de N. rileyi en el follaje de maíz aplicado para control de S. frugiperda. Se probó el efecto sobre la acción residual de dos dosis de conidias: 4.1×10^{12} conidias/0.4 ha. y 4.1×10^{11} conidias/0.4 ha. y el efecto de tres formulaciones de conidias: conidias más agua; conidias más adherente fracción x-100 al 0.05% y conidias más adherente protectora melaza al 0.05%.

El estudio se realizó en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos "San Cristóbal" del MIDINRA, Managua. El diseño experimental fue bloques completamente al azar. Las pruebas de acción residual consistieron en bioensayos con larvas de S. frugiperda y hojas de maíz tratado con conidias recolectadas en el ensayo a los 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicación.

Se encontró que no existe efecto significativo de dosis y formulaciones de conidias sobre acción residual. Sin embargo hubo una tendencia a obtener una mayor acción residual con la utilización de adherentes. Con el adherente protector melaza se obtuvo acción residual hasta 4 días después de aplicación debido a la acción de protección que ejerce sobre las conidias. Se encontró efecto significativo del tiempo de exposición de conidias en el campo sobre acción residual.

La acción residual fue poca debido probablemente a la influencia negativa de factores ambientales. El viento y la lluvia provocan diseminación de las conidias. La radiación solar inactiva las conidias reduciendo el período de desintegración en el follaje hasta solamente 2-3 días (Ignoffo, 1977).

Sabiendo que la acción residual en el follaje de maíz es poca, se debe hacer la aplicación de conidias cuando esté presente el hospedero en el cultivo. De esta manera habrá ma-

yor oportunidad de iniciar un brote de epizootia de micosis en el cultivo.

Para investigaciones futuras se recomienda probar dosis más altas de conidias y el uso de adherentes protectivos para tratar de lograr una mayor acción residual. Repetir este estudio bajo diferentes condiciones ambientales para comprobar los resultados obtenidos.

INTRODUCCION

El maíz es uno de los cultivos de mayor importancia en Nicaragua. Además de ser uno de los cultivos de mayor consumo popular es también materia prima básica para el sector agroindustrial.

El rendimiento histórico del maíz en Nicaragua era entre 10 y 12 qq/mz., pero con la implementación de unidades de riego, en la planicie del Pacífico para el Plan Contingente de Granos Básicos, para 1985 la productividad se elevó a 22.4 qq/mz (MIDINRA, 1986).

La producción de maíz se ve disminuida por un complejo de plagas que dañan al cultivo en sus diferentes estados de desarrollo. El gusano cogollero Spodoptera frugiperda J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae), es una de las plagas claves en el cultivo de maíz. Su principal daño es reducir el área foliar de la planta al alimentarse de los cogollos. Los primeros días comen en la superficie de la hoja dejando solamente la epidermis y en instares mayores perforan la hoja (Obando y Van Huis, 1977).

Para el control de S. frugiperda, productores nicaraguenses utilizan productos químicos y microbiales importados. Algunos productores sobre todo en el Pacífico, realizan excesivas

aplicaciones de productos químicos, hasta 8 aplicaciones, (Hruska y Gladstone, 1987), esto trae consecuencias negativas al agroecosistema como eliminación de insectos benéficos, fitotoxicidad, contaminación del ambiente, probablemente resistencia de insectos plagas, además causan perjuicios a la salud humana. Los costos de control ascienden hasta US\$ 9,500.000 anuales (Hruska y Gladstone, 1987).

El producto más utilizado para control de S. frugiperda es chlorpirifos (Lorsban 4E) que tiene un costo de US\$ 9.50/litro, calculando el costo de control tomando 4 como el número promedio de aplicaciones en todo el país y un área sembrada de 250,000 mz., de maíz por año utilizando dosis de 0.2 lt/mz., 0.5 lt/mz y 1 lt/mz., se tiene un costo de US\$ 1,900,000; US\$ 4,750,000 y US\$ 9,500,000 respectivamente (Hruska y Gladstone, 1987).

Con el propósito de minimizar el costo de control de S. frugiperda y disminuir pérdidas en la producción se hace necesario la búsqueda de alternativas de control, representando grandes perspectivas el control microbial. El control microbial tiene ventajas como: poca o ninguna patogenicidad para animales benéficos debido a su especificidad, poco peligro en la mayoría de patógenos para los mamíferos, incluyendo al hombre.

Tiene la desventaja de que la rapidez con que se produce el

efecto es generalmente más lento que el de los productos quími-
cos. Otra desventaja del control microbioal es que la efectivi-
dad de ciertos patógenos depende de las condiciones ambienta-
les.

El hongo entomopatógeno Nomuraea rileyi (Farlow) Samson, es un
candidato con muchas perspectivas para consideración y desarro-
llo como insecticida microbioal (Ignoffo, 1980). Tiene a su fa-
vor los siguientes factores produce epizootias de micosis en
sus hospederos, ataca a varios insectos plagas específicamente
del orden Lepidoptera, familia Noctuidae, (Ignoffo, 1980), no
es virulento contra la mayoría de insectos benéficos y no es
tóxico ni patogénico a mamíferos (Ignoffo, 1980).

Nomuraea rileyi fue identificado en Nicaragua en lotes de maíz
y sorgo en Managua (Lacayo, 1977). Nomuraea rileyi fue un fac-
tor muy importante de mortalidad natural de S. frugiperda en
los meses de mayor lluvia (Lacayo, 1977).

Estudios preliminares fueron realizados en Nicaragua sobre el
efecto de aplicaciones de conidias de N. rileyi en maíz sobre
la dinámica de micosis de S. frugiperda (Gladstone, 1987), en-
contrándose que después de una aplicación de conidias un bro-
te de micosis 8 veces mayor que en el testigo, continuó durante
las fases de cogollo y espiga. Además se encontró que el tiem-
po de acción del hongo en el campo fue alrededor de 8 días.

(Gladstone, 1987). Sin embargo se hace necesario reforzar estos resultados con la realización de otros estudios para tener un mayor conocimiento del comportamiento del hongo en el campo.

Un factor que puede ser importante para el brote de una epizootía de micosis en el campo es la acción residual de conidias. La acción residual de conidias es necesario conocerla para determinar el momento óptimo para realizar las aplicaciones en el campo y lograr control sobre S. frugiperda.

La acción residual de conidias de N. rileyi es afectada por una combinación de factores ambientales. Entre estos factores se citan el viento que interviene en el proceso de diseminación de conidias; la lluvia que también disemina las conidias y la radiación solar que es el factor más importante en la inactivación de las conidias (Ignoffo et al, 1977).

Como parte de un programa de desarrollo de N. rileyi como insecticida microbial, se realizaron dos estudios sobre la evaluación de la acción residual de conidias de N. rileyi en el follaje de maíz. El objetivo del primer estudio fue evaluar el efecto de dosis de conidias sobre la acción residual. El objetivo del segundo estudio fue evaluar el efecto de formulaciones de conidias sobre la acción residual.

La epidermis de muchas plantas están impregnadas de sustancias cerosas que dificultan la adhesión de los insecticidas (Fernández de Cossio, 1983). Para facilitar que los insecticidas se adhieran a las hojas de los vegetales se adicionan a las formulaciones sustancias que le imprimen a la solución cualidades adherentes, permitiendo que actúen por más tiempo (Fernández de Cossio, 1983). Debido a esto las conidias se formularon con adherentes Tritón x-100 y adherente protectivo melaza, además de agua.

Al concluir el presente estudio se esperaba haber obtenido resultados que contribuyeran al desarrollo de un programa de control microbial de S. frugiperda en Nicaragua, desarrollándose así una alternativa de control que disminuye los costos, las consecuencias negativas al agroecosistema y los perjuicios a la salud humana.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos "San Cristóbal" del MIDINRA, Km. 15 carretera norte, Managua.

2.1 Efecto de dosis sobre acción residual.

Se probó la hipótesis de que existen diferencias en la acción residual de conidias aplicadas en el follaje de maíz a dos dosis y un testigo a los 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicación. Se probó a través de bioensayos con hojas recolectadas en estos días y larvas de S. frugiperda. Se realizó del 23 de junio al 10 de agosto de 1987.

El diseño experimental fue bloques completamente al azar, con 3 tratamientos y 4 repeticiones de cada tratamiento. Los tratamientos fueron:

- 1.- Aplicación de conidias en dosis de 4.1×10^{12} conidias/0.4 ha.
- 2.- Aplicación de conidias en dosis de 4.1×10^{11} conidias/0.4 ha.
- 3.- Aplicación de agua (testigo)

La siembra se realizó en época de primera el 23 de junio. Se sembró semilla variedad NB-6, con una distancia entre plantas

de 0.13 m. y entre surcos de 0.90 m. El tamaño de las parcelas fue de 4 surcos de 5 m de largo. Tenía bordes de 4 surcos entre parcelas y 10 m. entre bloques. Los surcos estuvieron en dirección al viento. Se hizo aplicación de fertilizante completo 12-30-10 a razón de 2 qq/mz., al momento de la siembra y urea 46% 2 qq/mz., a los 31 días después de la siembra (DDS) junto con el primer aporque y a los 42 DDS junto con el segundo aporque. Para control de malezas se utilizó atrazina (post-emergente) a razón de 2 lts/mz.

La aplicación se realizó a los 26 DDS. El inóculo se preparó con cadáveres de larvas esporuladas obtenidas en el laboratorio, más agua y un surfactante Tween-80. La aplicación se realizó por aspersión dirigida al cogollo, utilizando una bomba mochila. Se realizó la aplicación en horas de la mañana para evitar el viento que provocara diseminación hacia parcelas sin tratar. Para una mayor seguridad se utilizó una cortina mientras se hacía la aplicación.

Las pruebas de acción residual consistieron en bioensayos que se realizaron en laboratorios de entomología del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Se recolectó hojas de maíz a los 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicación (DDA), en los cuatro surcos de cada parcela tratada, tomando al azar dos plantas por surco, muestreando un total de 96 plantas, cortando la segunda hoja del cogollo. Se escogió la segunda hoja del cogollo para tener seguridad de la presencia de conidias

en las hojas y debido al crecimiento de la planta. Las recolecciones de hojas se realizaron en horas de la mañana.

Al realizar la recolección de hojas se iniciaba en las parcelas tratadas con agua, se continuaba en las parcelas tratadas con 4.1×10^{11} conidias/0.4 ha. y por último en las parcelas tratadas con 4.1×10^{12} conidias/0.4 ha. Esto se hizo con el objetivo de evitar contaminación al momento de cortar las hojas. Una vez cortadas, se llevaron inmediatamente al laboratorio.

Para cada bioensayo se utilizó larvas de S. frugiperda de 4 días de nacidas, obtenidas en la cría de insectos. Se usaron 50 larvas para cada tratamiento. Las hojas tratadas con una misma dosis se mezclaban y se pesaban 10 gr., colocándolas inmediatamente en platos petri de vidrio esterilizados, con papel filtro para mantener una alta humedad relativa. En cada plato petri se colocaron 25 larvas y se dejaron por 24 horas en cámaras húmedas bajo condiciones de temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$ y de humedad relativa de $90 \pm 10\%$. Transcurridas las 24 horas se procedía a separar las larvas colocándolas individualmente en vasitos plásticos de 1 onza tapados con cartón, dejándolas en cámaras húmedas bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa.

Se alimentaron las larvas con maíz sembrado en un lote cerca del ISCA, lavando las hojas para evitar contaminación con

N. rileyi del campo. Este maíz se utilizó durante los primeros 5 días del estudio y posteriormente se utilizó maíz sembrado en invernadero.

Las larvas se revisaron cada 2 días empezando a los 4 días después de exposición con hojas tratadas, observándolas hasta la pupación. Se anotó el número de larvas muertas por el hongo, número de larvas vivas y número de larvas muertas por causas desconocidas.

2.2 Efecto de formulación sobre acción residual.

Se probó la hipótesis de que existen diferencias en la acción residual de conidias aplicadas en el follaje de maíz en tres formulaciones y un testigo a los 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicación. Se probó a través de bioensayos con hojas recolectadas en esos días y larvas de S. frugiperda. Se realizó del 22 de septiembre al 29 de noviembre de 1987.

El diseño experimental fue bloques completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones de cada tratamiento. Los tratamientos fueron:

- 1.- Aplicación de conidias en dosis de 1.4×10^{11} conidias/0.4 ha.
- 2.- Aplicación de conidias en dosis de 1.4×10^{11} conidias/0.4 ha., más adherente Tritón x-100 al 0.05%.

- 3.- Aplicación de conidias en dosis de 1.4×10^{11} conidias/
0.4 ha. más adherente protectivo melaza al 0.05%.
- 4.- Aplicación de agua (testigo).

La siembra se realizó en época de postrera el 22 de septiembre. Se sembró semilla variedad NB-6, con una distancia entre plantas de 0.15 m. y entre surcos de 0.90 m. El tamaño de las parcelas fue de 2 surcos de 10 m. de largo, teniendo bordes de 4 surcos entre parcelas y de 5 surcos entre bloques. Se realizó aplicación de fertilizante completo 10-30-12 a razón de 2 qq/mz y urea 46% a razón de 2 qq/mz. fraccionada. Para control de malezas se aplicó atrazina (post-emergente) a razón de 2 lts/mz. Se aplicó riego a los 47 DDS, 48 DDS, 50 DDS y 52 DDS. Los riegos se aplicaron durante la exposición de conidias en el campo.

La aplicación se realizó a los 44 DDS. El inóculo se preparó con cadáveres de larvas esporuladas obtenidas en el laboratorio, más agua y surfactante Tween-80. La forma de aplicación fue por aspersion dirigida al cogollo, utilizándose una bomba mochila. Se realizó la aplicación por la tarde para evitar el viento que provocara diseminación de conidias. Para mayor seguridad se utilizó una cortina durante la aplicación.

Las pruebas de acción residual se realizaron utilizando la misma metodología del primer ensayo, efectuándose la recolección

de hojas a los 0, 1, 2, 4 y 9 DDA en los 2 surcos de cada parcela tratada, tomando al azar 3 plantas por surco, muestreando un total de 72 plantas, cortando la segunda hoja del cogollo.

Durante el tiempo de exposición de conidias en el campo se tomaron datos de precipitación (mm/día), radiación solar (Joul/cm²/día) y viento (Km/día), que tienen efectos negativos en la acción residual. Los datos se midieron en la estación meteorológica del Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente, Managua.

El análisis del efecto del tiempo de exposición en el campo de conidias de N. rileyi, efecto de dosis y efecto de formulación sobre acción residual de conidias se realizó mediante pruebas de independencia G (Sokal y Rohlf, 1969).

RESULTADOS EXPERIMENTALES

3.1 Efecto de dosis sobre acción residual.

No se encontró diferencias significativas entre las tasas de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda alimentadas de hojas recolectadas a los 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicación en parcelas tratadas con 4.1×10^{12} conidias/0.4 ha; 4.1×10^{11} conidias/0.4 ha. y parcelas testigo. (Cuadro 1).

Al probar por separado el efecto del tiempo de exposición de conidias en el campo sobre acción residual, no se encontró diferencias significativas entre las tasas de mortalidad de larvas alimentadas de hojas recolectadas a los 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicación. (Cuadro 1).

Probando por separado el efecto de dosis de conidias se encontró que no hubo efecto significativo sobre acción residual. (Cuadro 1).

Los porcentajes de mortalidad de larvas tanto en las dosis de conidias como en el testigo fueron bajos. El porcentaje de mortalidad más alto fue de 11.7% y se presentó en la dosis de 4.1×10^{12} conidias/0.4 ha. (Cuadro 2).

Porcentajes de larvas muertas por N. rileyi a los 0, 1, 2, 4 y 9 DDA en las parcelas tratadas con 4.1×10^{12} conidias/0.4 ha; 4.1×10^{11} conidias/0.4 ha. y parcelas testigo. (Figura 1).

Datos meteorológicos durante la exposición de conidias en el campo: Figura 2 (viento), Figura 3 (precipitaciones) y Figura 4 (radiación solar).

3.2 Efecto de formulación sobre acción residual.

Se encontró diferencias entre las tasas de mortalidad de larvas de S. frugiperda alimentadas de hojas recolectadas a los 0, 1, 2, 4 y 9 DDA en las parcelas tratadas con conidias; conidias + Tritón x-100; conidias + melaza y parcelas testigo. (Cuadro 3).

Se encontró un efecto significativo del tiempo de exposición de conidias en el campo sobre la acción residual con la prueba de independencia G analizando este factor por separado. (Cuadro 3).

Al analizar por separado el efecto de formulación de conidias se encontró que no hubo efecto significativo sobre la acción residual. (Cuadro 3). Aunque no hay efecto significativo, el adherente protectivo melaza tuvo una tendencia a mantener por más tiempo a las conidias en el follaje.

Los porcentajes más altos de mortalidad se presentaron en la formulación de conidias más melaza siguiéndole en orden la formulación de conidias más Tritón x-100 y luego la formulación de conidias sin adherente; el testigo presentó un porcentaje de mortalidad del 14.7% (Cuadro 4).

Los porcentajes de mortalidad de larvas presentados en la prueba de formulación fueron más altos con respecto a la prueba dosis. Porcentajes de mortalidad de larvas en las tres formulaciones de conidias de N. rileyi a los 0, 1, 2, 4 y 9 DDA. (Figura 5).

Datos meteorológicos registrados durante la exposición de conidias en el campo: Figura 6 (viento), Figura 7 (precipitaciones) y Figura 8 (radiación solar).

Cuadro 1. Resultados de la prueba G para el efecto del tiempo de exposición en el campo de conidias de Nomuraea rileyi y el efecto de dos dosis de conidias sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda. Managua, julio/1987.

Valor G calculado	Valor χ^2 tabulado	gl	p < 0.05
3 Factores TxDxM G = 21	63.7	36	N.S.
2 Factores TxM G = 7.64	15.5	8	N.S.
2 Factores DxM G = -4.9	15.5	8	N.S.

T : Número de días después de aplicación 0, 1, 2, 4 y 9

D : Dosis de conidias 4.1×10^{12} conidias/0.4 ha; 4.1×10^{11} conidias/0.4 ha. y testigo.

M : Mortalidad larval.

Cuadro 2. Porcentajes de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda alimentadas de hojas recolectadas 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicar conidias de Nomurasa rileyi a dos dosis en el cultivo de maíz. Managua, julio/1987.

Días después de aplicación	Dosis		
	4.1×10^{12} conidias/0.4 ha.	4.1×10^{11} conidias/0.4 ha.	Testigo
0	6.8	8.3	3.7
1	0	0	4.1
2	0	3.4	3.03
4	11.7	4	0
9	0	3.5	0

Cuadro 3. Resultados de la prueba G para el efecto del tiempo de exposición en el campo de conidias de Nomuraea rileyi y el efecto de tres formulaciones de conidias sobre el porcentaje de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda. Managua, noviembre/1987.

Valor G calculado	Valor χ^2 tabulado	gl	p < 0.05
3 Factores TxPxM G = 115.6	90.5	69	S.
2 Factores TxM G = 37.8	21	12	S.
2 Factores FxM G = 3.8	21	12	N.S.

T : Número de días después de aplicación 0, 1, 2, 4 y 9

F : Formulaciones: conidias; conidias + melaza; conidias + Tritón x-100 y testigo.

M : Mortalidad larval.

Cuadro 4. Porcentajes de mortalidad de larvas de Spodoptera frugiperda alimentadas de hojas recolectadas 0, 1, 2, 4 y 9 días después de aplicar conidias de Nomuraea rileyi en tres formulaciones en el cultivo de maíz. Managua, noviembre, 1987.

Día después de aplicación	Formulación			
	conidias	conidias+Tri _u tón x-100 al 0.05%	conidias+mala _u za al 0.05%	Testigo
0	6.8	20	25.9	14.7
1	0	0	5.2	0
2	0	0	0	0
4	5.8	0	12.5	0
9	0	0	0	0

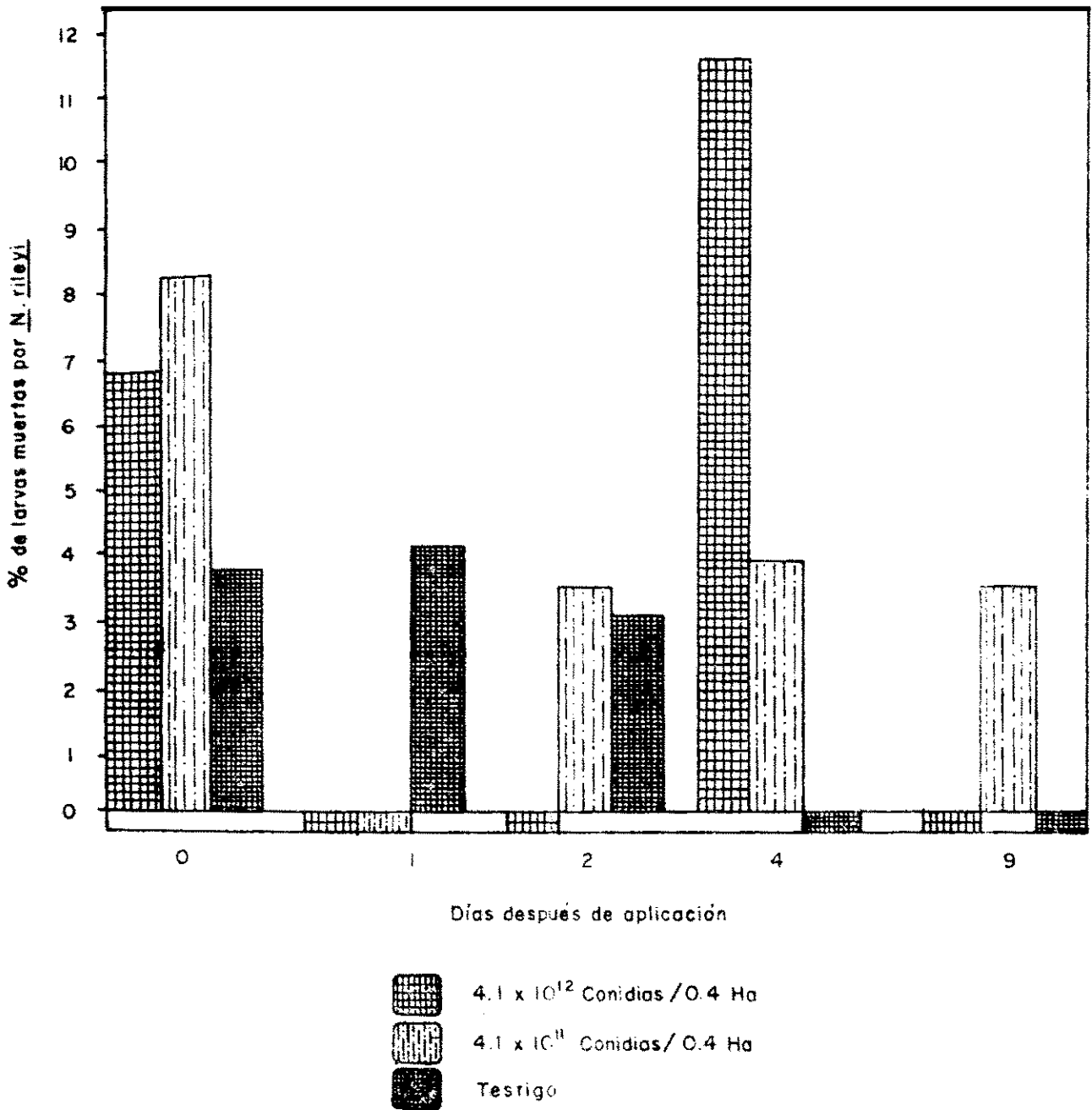


FIGURA 1. Porcentajes de mortalidad de larvas de *S. frugiperda* alimentadas hojas recolectadas 0, 1, 2, 4 y 9 DDA en maíz tratado con conidias de *Nomuraea rileyi* en dosis de 4.1×10^{12} conidias / 0.4 Ha, 4.1×10^{11} conidias / 0.4 Ha y Testigo. (Managua, Julio 1987).

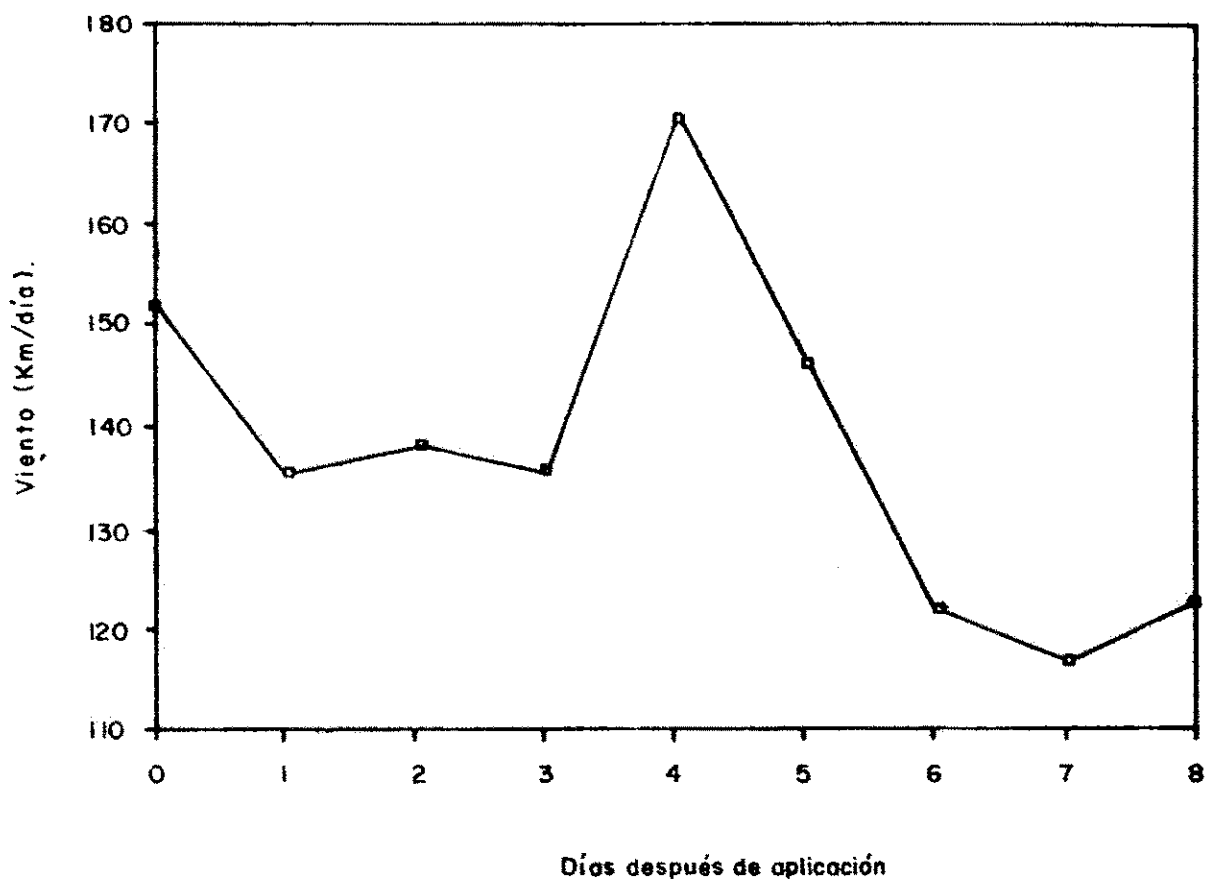


FIGURA: 2 Viento registrado durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de dosis (Managua, Julio 1987.).

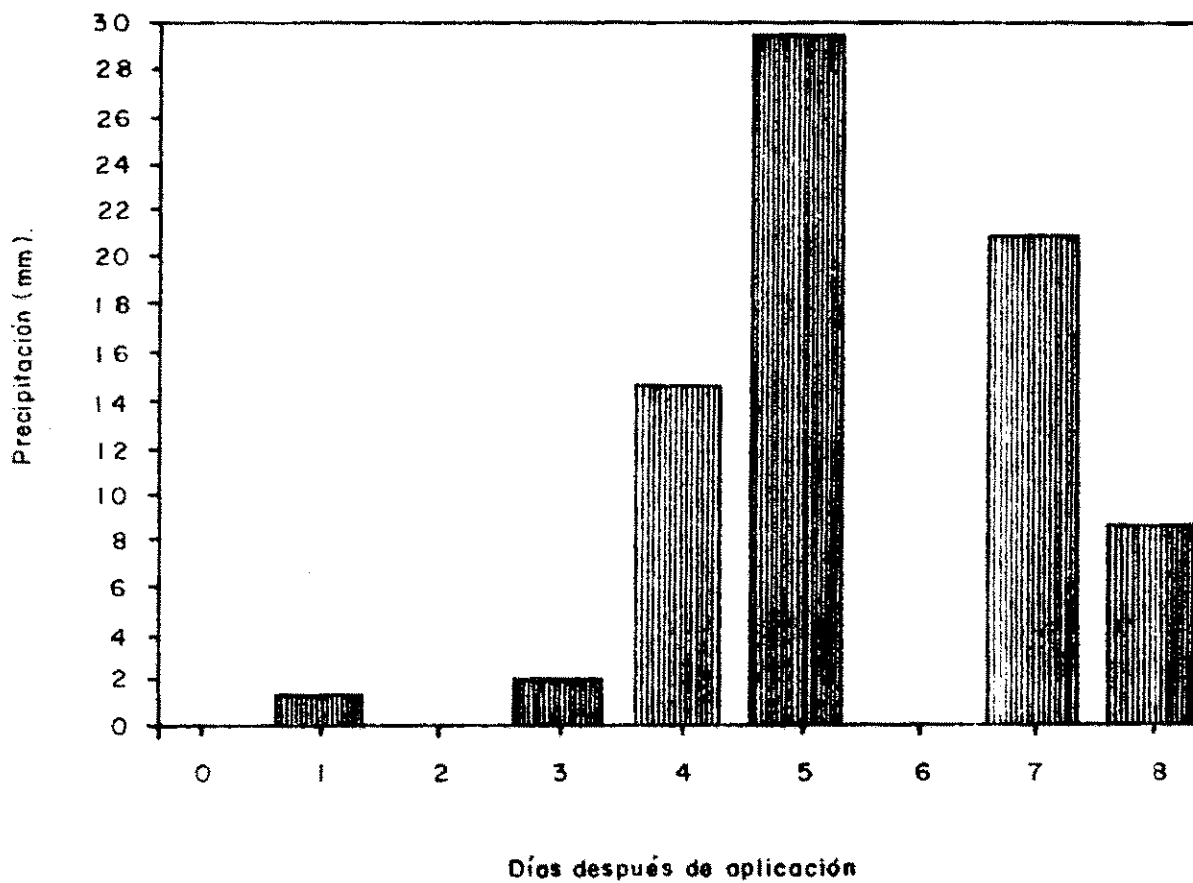


FIGURA 3. Lluvias registradas durante la exposición de canchales en el campo para la prueba de dosis. (Managua, Julio 1987.).

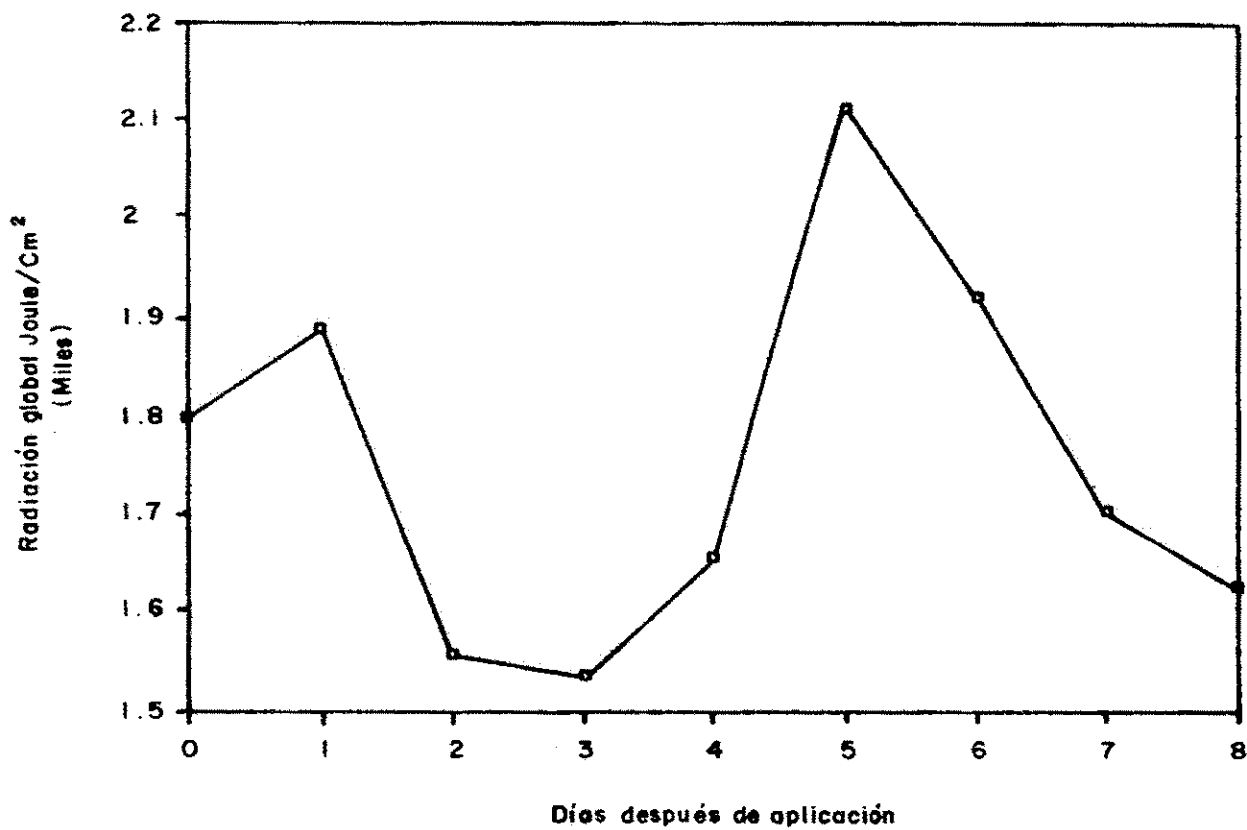


FIGURA : 4 Radiación solar global registrada durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de dosis. (Managua, Julio 1987.).

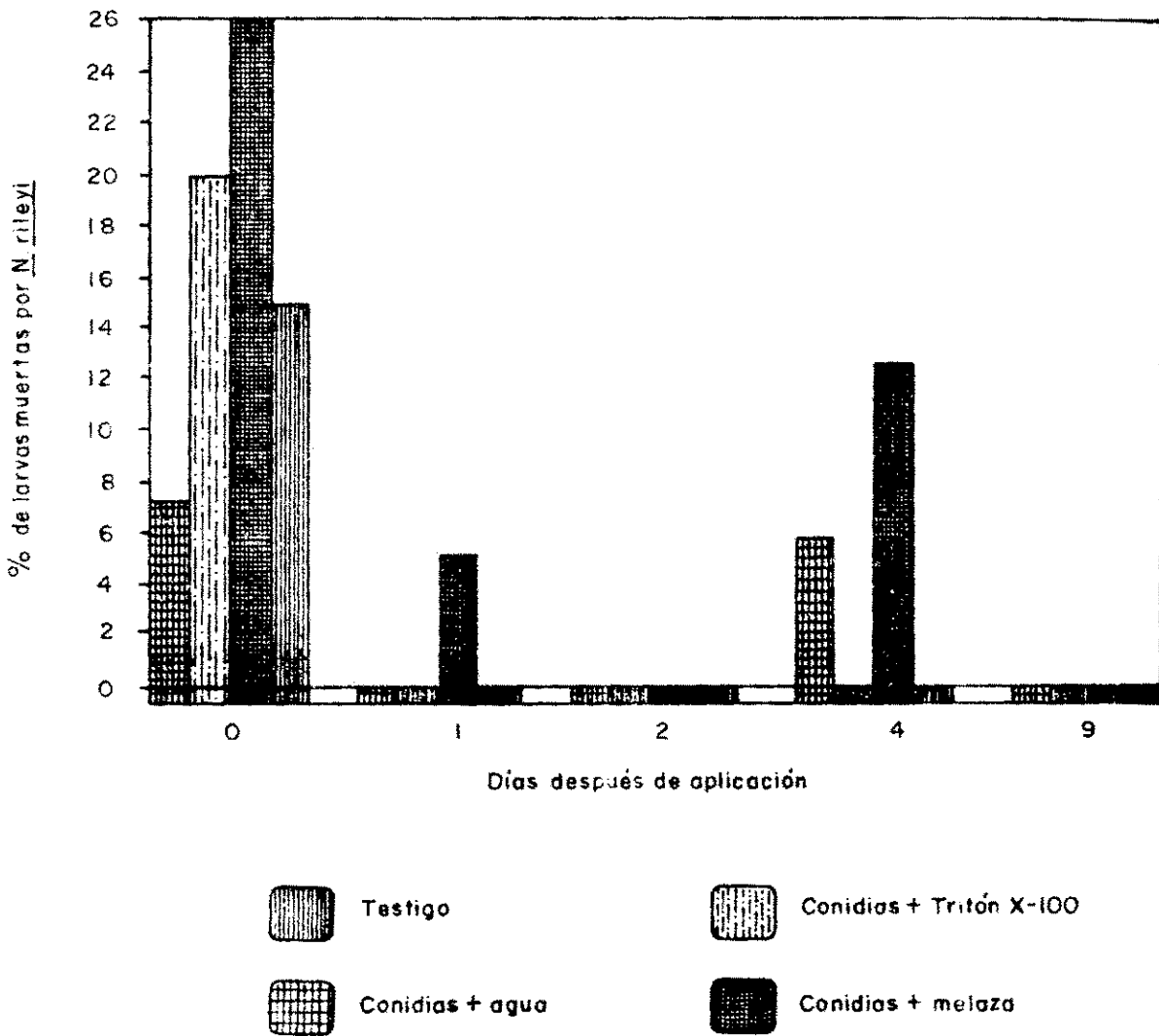


FIGURA 5. Porcentajes de mortalidad de larvas de *S. frugiperda* alimentadas de hojas recolectadas 0, 1, 2, 4 y 9 DDA en parcelas tratadas con conidias en tres formulaciones: conidias + agua; conidias + Tritón X-100; conidias + melaza y testigo. (Managua, Noviembre 1987).

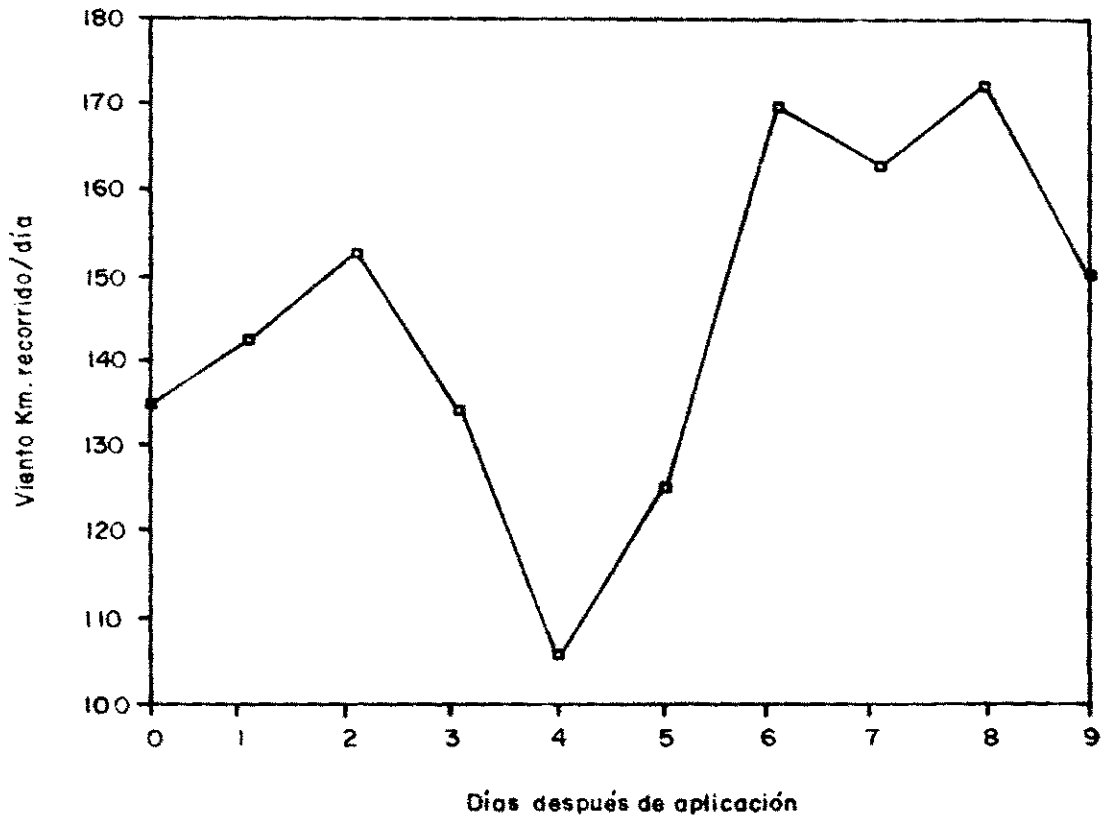


FIGURA : 6. Viento registrado durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de formulación. (Managua, Noviembre 1987).

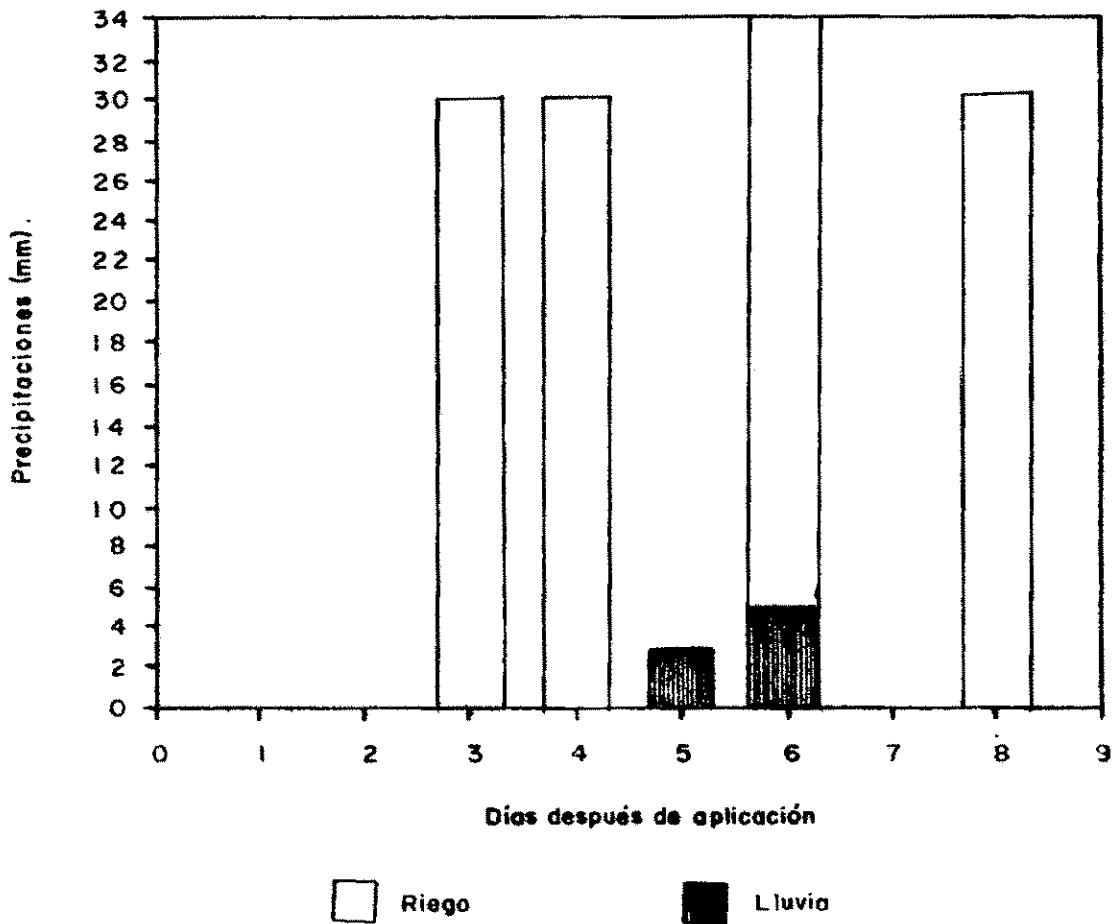


FIGURA: 7. Lluvias registradas durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de formulación. (Managua, Noviembre 1987.).

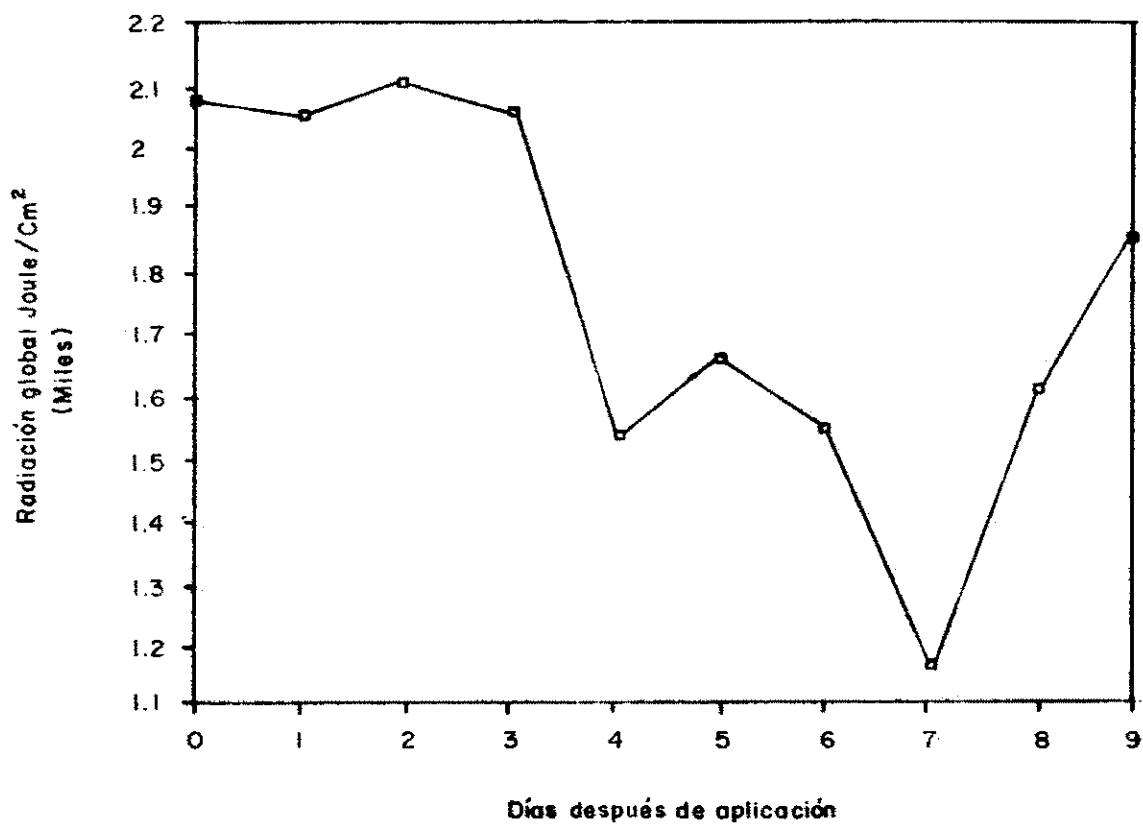


FIGURA : 8. Radiación solar global registrada durante la exposición de conidias en el campo para la prueba de formulación (Managua, Noviembre 1987.).

DISCUSION

Los resultados indican que sin la utilización de adherentes, conidias de Nomuraea rileyi tienen poca acción residual en el follaje de maíz después de una aplicación. Los resultados difieren con los obtenidos por Ignoffo et al (1976) en un estudio realizado en E.U. sobre la evaluación de la acción residual de N. rileyi en el cultivo de soya. Aplicaron conidias en dosis de 1.1×10^{13} conidias/0.4 ha., sin adherentes, esta dosis es diez veces mayor que la dosis alta utilizada en la prueba de dosis.

Ignoffo et al (1976) encontraron altos porcentajes de mortalidad de larvas. A los 0 DDA hubo un 100% de mortalidad de larvas muy superior en comparación con los porcentajes más altos presentados en la prueba de dosis en el cultivo de maíz que fueron de 8.38 0 DDA en la dosis baja y de 11.7% 4 DDA en la dosis alta. Registraron mortalidad de larvas hasta 36 DDA. En este estudio de prueba de dosis se observó mortalidad de larvas solamente en la dosis baja hasta los 9 DDA de un 3.5%.

Las dosis utilizadas pueden ser una causa de la diferencia en la acción residual en el follaje de soya y en el follaje de maíz. La dosis utilizada en soya fue diez veces mayor que la dosis alta aplicada en maíz, por lo tanto la menor cantidad

de inóculo pudo incidir en la baja acción residual. Por otro lado la textura de hojas de maíz en comparación con soya puede ser también causa de la diferencia. Hojas de maíz presentan una textura más lisa que hojas de soya evitando la permanencia de las conidias sobre el follaje.

En la prueba de formulación hubo 25.9% de mortalidad de larvas con adherente melaza, presentándose mortalidad hasta 4 DDA de 12.5%. Se obtuvo 20% de mortalidad de larvas con adherente Tritón x-100, solamente el día de la aplicación. La diferencia entre la acción residual de conidias más Tritón x-100 y conidias más melaza, podría ser que la melaza además de adherir las conidias en las hojas, las proteja de la radiación solar. Otra posibilidad es que el Tritón x-100 afecte la sobrevivencia de las conidias.

Si se comparan las aplicaciones de conidias sin adherentes de la prueba de dosis y de la prueba de formulación, se observa que se obtuvieron porcentajes de mortalidad de larvas similares en ambas pruebas. La semejanza de los resultados en las dos pruebas puede atribuirse a la similitud de las condiciones ambientales, Figura 2 y 6 (viento); Figuras 3 y 7 (precipitaciones) y Figuras 4 y 3 (radiación solar).

Ignoffo et al (1976), encontraron que en parcelas testigo el porcentaje de mortalidad larval no excedió al 2%. En la prue

ba de dosis el porcentaje de mortalidad en el testigo osciló entre 3 y 4% durante 0, 1 y 2 DDA. En la prueba de formulación se observó mortalidad larval solamente el día de la aplicación, en los días posteriores la mortalidad fue cero.

La mortalidad de larvas en las parcelas testigo en la prueba de dosis podría deberse a la incidencia natural del hongo. La aplicación se realizó a los 21 DDG y el hongo se presenta naturalmente alrededor de los 25-30 DDG (G. Morales, comunicación personal; Brockman, 1987). En la prueba de formulación la mortalidad en parcelas testigo se debió probablemente a una contaminación accidental al momento de la aplicación, debido a que solamente se obtuvo mortalidad en el día de la aplicación.

Los factores ambientales como precipitación, radiación solar y viento tienen influencia negativa en la acción residual de las conidias. El viento y la lluvia intervienen en el proceso de diseminación de las conidias. Las conidias son fácilmente desalojadas por el viento (Ignoffo et al, 1977).

El movimiento del viento fue alto durante la exposición de conidias en el campo en ambas pruebas. El movimiento del viento en la prueba de dosis osciló entre 120 y 170 Km. recorridos/día, Figura 2. En la prueba de formulación el movimiento osciló entre 135 y 170 Km. recorridos/día, Figura 6, pudiendo afectar esto la acción residual por la diseminación de las conidias.

Además se presentaron lluvias en la prueba de dosis, Figura 3, que también disemina las conidias. En la prueba de formulación las lluvias fueron pocas, sin embargo hubo aplicación de riego que ejerce la misma acción que la lluvia, Figura 7.

La radiación solar es el factor ambiental que mayormente afecta la sobrevivencia de las conidias y reduce el período de deintegración en el follaje hasta solamente 2-3 días (Ignoffo et al, 1977). La incidencia de la radiación solar fue similar en ambas pruebas, Figuras 4 y 8.

La acción residual de conidias en el cultivo de maíz aún con el uso de adherentes es poca. Esto significa que hay que aplicar cuando ya están presentes los hospederos en el cultivo para que se infecten y sirvan como fuente de inóculo para el brote de una epizootia de micosis.

En época de primavera la acción residual fue menor, sin embargo fue posible el brote de una epizootia gracias a la incidencia de S. frugiperda (M. García, comunicación personal). En época de postrera ocurrió lo contrario, la acción residual fue mayor y hubo un menor brote ya que la incidencia de S. frugiperda fue menor (J. Durinda, comunicación personal).

La acción residual de conidias es un factor que puede ser importante para el brote de epizootias de micosis en el campo.

Conociendo el tiempo de acción de las conidias en el follaje se pueden planificar las aplicaciones en el cultivo de maíz. Debe conocerse también el comportamiento de las poblaciones del hospedero. De esta manera se puede desarrollar un programa de control de S. frugiperda con el uso del hongo entomopatógeno Nomuraea rileyi, desarrollándose así el uso del control microbial.

CONCLUSIONES

No se encontró efecto de dosis de conidias sobre la acción residual. En ambas dosis la acción residual fue baja, sin embargo se encontró mortalidad larval 9 DDA en la dosis baja.

Después de una aplicación de conidias en el campo se encontró acción residual hasta 4 DDA en un tratamiento con adherentes y hasta 9 DDA en un tratamiento sin adherentes.

Una mayor acción residual se obtuvo con adherente protectivo melaza. Probablemente la melaza fue más efectiva por la acción de protección que ejerce sobre las conidias.

En comparación con otro estudio, hubo una baja acción residual. Los factores ambientales probablemente tuvieron efectos negativos sobre la acción residual de las conidias.

Debido a que la acción residual de las conidias en el follaje de maíz es poca después del día de aplicación es necesaria la presencia de los hospederos en el cultivo para que se desarrollen epizootias de micosis y así protejan al cultivo.

RECOMENDACIONES

Utilizar dosis de conidias más altas para ver si se logra una mayor acción residual en el follaje de maíz.

Usar adherentes protectivos en las aplicaciones de conidias en el campo con los cuales se obtiene mayor acción residual.

Realizar las aplicaciones de conidias en el campo cuando se tenga la presencia de hospederos en el cultivo para iniciar una fuente de inóculo y así favorecer el brote de epizootias y pueda el hongo ejercer mayor control sobre Spodoptera frugiperda.

Se recomienda realizar estudios sobre la capacidad de diseminación de las conidias del hongo para ver el efecto sobre la acción residual.

Repetir el estudio utilizando la misma metodología bajo diferentes condiciones ambientales para comprobar los resultados obtenidos.

LITERATURA CITADA

- Brockman, R. 1987. Incidencia de los principales insectos plagas en maíz (Zea mays) L. bajo tres sistemas de labranza en época de primera. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua.
- Fernández de Cossio, A. 1983. Principios de Protección de Plantas. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de la Habana, Cuba. Pág.: 107-108.
- Gladstone, S. 1987. Efecto de una aplicación del hongo entomopatógeno Nomuraea rileyi, en maíz sobre la dinámica de micosis en el cogollero Spodoptera frugiperda. Memoria V Congreso Nacional y I Congreso Centroamericano, México y el Caribe de Manejo Integrado de Plagas. Guatemala, agosto. 1987.
- Hruska, A.J. y S. Gladstone. 1987. El costo de control del gusano cogollero Spodoptera frugiperda en maíz en Nicaragua. Escuela de Sanidad Vegetal. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Folleto mimeografiado.

Ignoffo, C.M.; N.L. Morston.; D.L. Hostetter.; B. Puttler and J.V. Bell. 1976. Natural and induced epizootics of Nomuraea rileyi in soybean caterpillars. J. Invertebr. Pathol. 27: 191- 98.

Ignoffo, C.M. 1980. The fungus Nomuraea rileyi an a microbial insecticide, in Burges, H.D. ed Microbial Control of Pests and Plant Diseases. Academic Press, N.Y.

Ignoffo, C.M. C. Garcia., D.L. Hostetter and R.E. Pinnel. 1977. Laboratory studies of the entomopathogenic fungus Nomuraea rileyi: soil-borne contamination of soybean seedlings and dispersal of diseased larvae of Trichoplusia ni. J. Invertebr. Pathol. 29: 147-152 pp.

Lacayo, L. 1977. Especies parasíticas de Spodoptera frugiperda (Smith), Diatraea lineolata (Wlk) y Trichoplusia ni (Hbn) en zonas de Managua y Masatepe. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Nicaragua.

MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA.

1983. Guía Técnica para la producción de maíz.

MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA.

1986. Evaluación Anual Balance y Perspectivas 1986. División de comunicaciones.

Obando,, S.R. y A. Van Huis. 1977. Daño causado por gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera. Noctuidae) simulado en maiz. Follero Mineografiado, 7 pp.

Sokal, R. and F. Pohlf. 1969. Biometry. Freeman and Company. San Fransisco, U.S.A. Pag: 601-607.